АС
Г-12

ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

436

Составил К. К. ГАГМАН

Издание Центрального Статистического Управления УССР
Харьков, 1924

У. С. С. Р.
ЦЕНТРАЛЬНОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

[311]

311/02/

ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Составил К. К. ГАГМАН

БИБЛИОТЕКА
ИНСТИТУТА
КРАСНОЙ ПРОФЕССУРЫ
47173/
8°

ХАРЬКОВ, 1924

Харьков.
Типо-литография У.В.О.
имени Фрунзе.

РУП № 8560 Зак. № 6193 Тир. 1500

ПРЕДИСЛОВИЕ

Графические изображения статистических величин получают все более и более широкое распространение, но методически правильное их конструирование требует знания техники и методики статистических графиков, имеющих определенное научное значение. Отсутствие соответствующих пособий и достаточного опыта чувствуется многими статистиками.

Настоящая работа, составленная *К. К. Гагманом*—сотрудником Центрального Статистического Управления Украины по поручению последнего, стремится лишь осветить, каким методологическим требованиям должны удовлетворять графические изображения, и дать характеристику основных типов их.

Текстовая часть работы составляет пояснение приведенных 48 графиков, которыми автор и охватывает вопросы их конструирования.

При составлении работы автор пользовался указаниями и советами зам. заведывающего отделом сельско-хоз. статистики *В. А. Якиманского*; в техническом воспроизведении чертежей принимал большое участие картограф *Я. В. Литвин*; общая редакция принадлежит *А. М. Волкову*.

Управляющий ЦСУ Украины *С. Мазлах*.

Август, 1924 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Графические изображения статистических данных в последнее время получили большое распространение. Они обильно украшают не только страницы книг, но и стены всевозможных выставок. Это, конечно, не случайно. Действительно, все статистики сходятся на том, что графические изображения обладают большими достоинствами. Какие же именно эти достоинства? Доктор E. Roesle в своем докладе «Статистические графики, их техника, методика и научное значение» дает следующее резюме о научном значении графических изображений:

1. Графическое изображение статистических числовых данных, методологически правильно конструированное, дает точное представление об отношениях величины различных числовых рядов.

2. Им облегчается определение тенденции длинных числовых рядов.

3. Оно помогает явственному обнаруживанию отклонений от нормального движения.

4. Оно служит для точного контроля правильности статистических данных.

5. Оно является наилучшим материалом для статистического демонстрирования и пробуждает интерес к статистическим наблюдениям даже у не-специалистов.

6. Оно облегчает статистическое сопоставление и служит целям сравнительной статистики.

7. Оно побуждает к тщательной обработке статистических материалов.

8. Оно открывает в сосуществовании различных явлений такие отношения, которые с трудом наблюдаются при одном лишь чтении числовых таблиц.

9. Оно побуждает к художественной и математической работе и делает занятие статистикой наслаждением.

Если графические изображения действительно обладают такими качествами, то является вполне естественным

вопрос,—каким методологическим требованиям они должны удовлетворять и каких типов они бывают.

Выяснению этого вопроса и посвящена предлагаемая читателю брошюра.

Графические изображения можно разделить на 2 больших класса, а именно, на 1) *диаграммы* и 2) *картограммы*. Сочетания же первых со вторыми дают 3) *картодиаграммы*.

I. ДИАГРАММЫ

Диаграммы бывают трех родов: одного, двух и трех измерений. Диаграммы одного измерения—это, главным образом, линейные диаграммы и затем геометрические фигуры и тела с равными основаниями. Линейные диаграммы бывают простые и радиальные и могут изображать изменение явлений во времени и в пространстве или показывать зависимость двух явлений.

Линейные диаграммы строятся на системе прямолинейных координат, т.-е. прямых линий, пересекающихся под прямым углом, из которых одна называется *абсциссой*, а перпендикулярные к ней — *ординатами*. «На абсциссе откладываются измерения того явления, которое предполагается производящей величиной того фактора, в котором ищут причину» *).

Величина масштаба зависит от размера чертежа, но во всяком случае она должна быть достаточной для начертания наименьшей и наибольшей величины изображаемого явления. Расстояния между ординатами должны быть пропорциональны тем величинам, которые откладываются на абсциссе. Несоблюдение этого крайне важного методологического правила ведет к неправильному построению диаграммы.

Следующее также весьма важное методологическое правило требует, чтобы на абсциссе был 0 ординат.

Чертеж 1.

На нем хорошо видна ошибка, которая получается при несоблюдении первого правила. Предположим, что мы имеем относительные цифры изменения посевной площади Украины:

1861—1870 г. г. . .	100	1891—1900 г. г. . .	136
1871—1880 г. г. . .	116	1901—1905 г. г. . .	153
1881—1890 г. г. . .	106		

Здесь три десятилетних промежутка времени и один пятилетний. Если мы для пятилетнего промежутка времени

*) Профессор А. А. Кауфман «Теория и методы статистики», изд. 4, стр. 577.

возьмем такое же расстояние между ординатами (пунктирная ордината), как и для десятилетнего, то тем самым исказим диаграмму. В самом деле, при правильном построении кривая BA поднялась бы под углом в 65°, а при неправильном — она займет положение BA_1, и угол поднятия будет 47°, таким образом, получится значительная ошибка в 18°.

Чертеж 2.

Чертеж показывает важность соблюдения второго правила. Например, мы должны изобразить движение смертности населения города Ленинграда. Имеем следующие данные:

Умирало на 1000 душ населения

1895—1899 г. г.	25,7	1915 г.	22,8
1900—1904 г. г.	24,6	1916 г.	23,2
1905—1909 г. г.	26,6	1917 г.	25,7
1910—1914 г. г.	22,3		

Посмотрим, что получится, если на абсциссе мы возьмем не 0 ординат, а 22. Получается, что наибольшая величина больше наименьшей в 15,1 раза, тогда как в действительности 26,6 больше 22,3 в 1,2 раза.

Чертеж 3.

Тип диаграммы, изображающей явление, как функцию времени. Это простейшая линейная диаграмма. При нанесении на чертеж одной кривой, как в данном случае, ординаты можно не продолжать за пределы кривой. В случае демонстрирования, пространство между абсциссой и кривой закрашивается светлой краской.

Прилагаемая диаграмма изображает добычу угля в Донбассе по годам.

Чертеж 4.

Более сложной диаграммой будет та, на которой сопоставляется одно и то же явление, но для разных пунктов или моментов времени. При этом часто случается, что явление в одни моменты имеет положительное значение, в другие— отрицательное. Отрицательные величины явления чертятся под абсциссой, а положительные над ней. Это требование является общим правилом. При пользовании красками кривые вычерчиваются различными красками, а абсцисса (в том случае, если величины, выражающие явления, и положительные и отрицательные) особой краской.

Наша диаграмма показывает изменение температуры в 3 городах: Коломбо (остров Цейлон), Харькове и Якутске (Вост. Сибирь).

Чертеж 5.

Тип симметрической кривой.

Чертится вертикальная абсцисса, к ней перпендикуляры — ординаты. С левой стороны вычерчивается обычным способом кривая и симметрически откладывается по другую сторону. Симметрическая кривая особенно хороша для изображения миграционных процессов, происходящих во времени. Изображения миграционных процессов, происходящих по путям сообщения, и приведены на чертеже 26.

Симметрические фигуры, образуемые этого рода кривой, особенно если их много, запоминаются на более продолжительное время, чем обыкновенные кривые, примененные для изображения миграционных процессов. Промежуток между симметрическими кривыми может быть залит светлой краской, тогда диаграмма становится весьма пригодной для демонстрирования.

Наша диаграмма показывает движение переселенцев в Северо-Американские Соединенные Штаты из Скандинавии и Италии с 1868 по 1900 г.г.

Чертеж 6.

Тип двусторонней линейной диаграммы.

Иногда требуется изобразить графически одно и то же явление по двум признакам (полу, местности). Для этого чертится сетка, как и в предыдущей диаграмме, и с одной стороны абсциссы данное явление наносится по одному признаку, а с другой — по другому. При пользовании красками следует кривые разных признаков изображать различными красками.

На нашей диаграмме слева изображено изменение возрастного состава мужчин в 1920 году по сравнению с 1910 г., а справа — женщин на те же сроки. И в том и в другом случае взята возрастная группировка по пятилетиям. Из диаграммы ясно видно, что уменьшился процент детей обоего пола, увеличился процент лиц в старших возрастах, но что особенно сильно уменьшился процент мужчин в возрасте от 20 до 40 лет, в то время, как процент женщин в соответствующем возрасте изменился мало.

Чертеж 7.

Четыре вышеописанные диаграммы изображали изменение явления во времени, но есть возможность изобразить графически изменение явления в пространстве в тех случаях, если ряд пунктов лежит на одной широте или на одном меридиане. Благодаря этому во всех таких случаях имеется абсцисса, а следовательно и возможность графического изображения явления.

На диаграмме изображено изменение температуры при движении на восток. Взяты Лондон (51°33′), Киев (50°27′), Саратов (51°32′) и Оренбург (51°33′), которые лежат приблизительно на одной и той же широте.

Чертеж 8.

Как мы упомянули в начале, линейная диаграмма может демонстрировать зависимость двух явлений.

Типом подобной диаграммы может служить настоящая диаграмма. Она показывает зависимость плотности населения от средней годовой температуры. Данная зависимость изучалась в Сев.-Америк. Соединенных Штатах в 1880 г. Цифры заимствованы из книги проф. Каблукова «Теория и методы Статистики». Из диаграммы ясно видно, что годовая средняя температура 8—10° составляет optimum температуры для жизни человека,—при ней наблюдается наивысшая плотность населения, которая падает как при повышении, так и при понижении годовой температуры.

Чертеж 9-а.

Иногда требуется выяснить, существует ли зависимость между двумя явлениями, которые выражены в таких числах, что изобразить их одним масштабом нельзя, так как колебания кривой одного из явлений были бы столь незначительны, что явилось бы невозможным установить,—существует ли в данном случае какая-либо зависимость. При пользовании двумя масштабами также необходимо соблюдать правило, чтобы на абсциссе был 0 ординат для обоих кривых. Чтобы еще более наглядно выявить, существует ли зависимость между двумя явлениями, практикуют другой способ изображения, предложенный проф. Боули. Он состоит в следующем: выводятся средние из обоих статистических рядов, и они помещаются на одном уровне делений ординат—вверх и вниз; конечно, масштаб различен.

Прилагаемая диаграмма показывает зависимость между ценой на рожь и числом краж в Восточной Пруссии. Верхняя кривая показывает движение цены 50 килограммов ржи, а нижняя—число краж на 10.000 жителей. Если бы мы для изображения верхней кривой воспользовались масштабом, по которому вычерчена нижняя кривая, то колебания были бы крайне плохо видны. Если же, наоборот, по масштабу верхней вычертить нижнюю кривую, то пришлось бы взять довольно длинный лист бумаги, и сравнение было бы затруднено.

Чертеж 9-б.

Те же два явления изображены по способу Боули.

Чертеж 10.

Этот способ применяется для изображения пространственных отношений, например, длины дорог (железных, шоссейных, грунтовых и т. п.), телеграфных и телефонных линий и т. д.

Наша диаграмма показывает протяжение железнодорожной линии в Соединенных Штатах и в России. Имеем данные: С. Ш., 1918 г.—264.283 верст и для России, 1916 г.—48.955 верст. Принимаем 50.000 верст за 8 см., тогда длина 49.000 верст выразится в 7 см. 8 м.м., для Соединенных Штатов—42,3 см.

Чертеж 11.

Изменение явления во времени можно иногда изображать не кривой линией, а отрезками прямых линий, которые в то же время являются и ординатами. Если необходимо показать, на сколько процентов какое-нибудь явление увеличилось или уменьшилось в каждый последующий момент по сравнению с предыдущим, то при желании применить, в данном случае, непременно линейную диаграмму, можно изобразить это только отрезками прямых линий.

Прилагаемая диаграмма показывает, на сколько процентов увеличились или уменьшились цены на каждый последующий месяц по сравнению с предыдущим.

Чертеж 12.

В некоторых случаях линейные диаграммы обладают крупными недостатками, именно в тех случаях, когда полный цикл изображаемого явления не совпадает с календарным периодом времени. В таких случаях изобразить круговорот явления во времени не представляется возможным. На простой линейной диаграмме начальные и конечные моменты времени могут оказаться на разных концах абсциссы, в круговороте же времени—это два соседних момента. Если какое-нибудь явление дает, например, минимум на середину данного периода, а максимум—на начало и повышение—на конец, то способ начертания простой линейной диаграммой не дает цельного изображения явления. Правда, из этого положения можно было бы выйти, начав кривую не с начала периода, а с того момента, на который приходится минимум,—но и это не совсем удобно. Во всех таких случаях следует применять, так называемые, радиальные диаграммы.

Прилагаемая диаграмма иллюстрирует развитое выше положение.

Чертеж 13.

Тип одной из радиальных диаграмм. Для ее построения проводится круг радиусом любой длины и разбивается на такое число секторов, сколько необходимо радиусов-ординат (в данном случае 12 по числу месяцев). На радиусах по выбранному масштабу от центра откладываются величины изображаемого явления.

Диаграмма показывает помесячное распределение заболеваний брюшным тифом в гор. Киеве в среднем за 14 лет, с 1904 г. по 1918 г.

Чертеж 14.

В этой диаграмме проведена окружность, которая показывает среднюю месячную заболеваемость за 14 лет.

Чертеж 15.

Здесь 0 ординат находится не в точке излучения, а на окружности.

На практике часто встречается неправильное применение радиальных диаграмм. Последние должно применять для изображения тех явлений, которые выражены в средних числах за большое количество определенного промежутка времени и которые отражают постоянство явления. Так, например, часто изображают добычу каменного угля по месяцам какого-нибудь года, поступление налогов за несколько месяцев года и т. п. Можно же изображать посредством радиальных диаграмм добычу каменного угля по месяцам, выраженную в средних числах за 2-3 и более лет. Изображение случайных цифр радиальной диаграммой не дает ровно ничего, и их следует чертить обычной кривой. Можно воспользоваться радиальной диаграммой для изображения явления (добычи угля) за 2-3 года. В таком случае диаграмма показывает не круговорот явления во времени в соответствии с действительностью, а сопоставляет изменение явления по периодам времени за несколько лет.

Чертеж 16.

Тип только что описанной радиальной диаграммы.

Как было сказано вначале, линейные диаграммы могут изображать изменения явлений в пространстве, времени или зависимость двух явлений; ничего другого они изображать не могут. Это основное методологическое правило. Поэтому изображать кривой грамотность украинцев, русских, евреев, поляков — грубое нарушение элементарных правил. Нельзя, например, кривой изображать индекс, урожайность различных губерний, помещая на абсциссе под ординатами название губер-

ний. Другое дело, когда под ординатами имеются названия губерний, а вверху имеется несколько кривых, зависимость между которыми хотят изучить. Проф. А. А. Кауфман говорит по этому поводу: «губерния, правда, не представляет собою однородной земельно-хозяйственной единицы, чтобы погубернское распределение изображенных на ординатах функций можно было бы рассматривать как фактор, влияющий на величину этих функций; но ведь мы и не интересуемся, собственно, этою зависимостью — нам нужно выяснить наличность или отсутствие параллелизма между кривою земельного обеспечения, с одной стороны, и кривыми, характеризующими уровень народного благосостояния, — с другой, совершенно независимо от свойств тех группировочных единиц, которые намечены на делениях абсциссы»*). Это основное правило нужно твердо помнить и во всех соответствующих случаях не применять линейных диаграмм.

Чертеж 17.

Для демонстрирования явлений, изображенных линейной диаграммой, можно применять закраску (или штриховку). Делается это так: на чертеже имеются, например, две кривых линии; пространство между абсциссой и нижней кривой закрашивается более темной краской, а пространство между нижней и верхней кривой — более светлой. После этого диаграмма много выигрывает в своей наглядности. Но этим способом не следует также и злоупотреблять; например, применение закраски при 5 и более кривых может только уменьшить наглядность. При пересекающихся же кривых штриховка или закраска возможна только в том случае, если кривых не более двух.

Чертеж 18.

В тех случаях, когда расстояние между двумя кривыми составляет разницу двух величин, то этот промежуток между кривыми закрашивается светлой краской, чтобы концентрировать внимание именно на этой разнице. Так, например, если верхняя линия изображает движение коэффициента рождаемости, а нижняя — смертности, то расстояние между ними есть величина естественного прироста; этот промежуток и закрашивается.

Наша диаграмма ясно показывает, насколько низок прирост населения во Франции по сравнению с Германией и Англией.

Теперь мы перейдем к рассмотрению диаграмм, которые изображаются не линиями, а различными геометрическими фигурами и телами, имеющими переменной величиной

*) Проф. А. А. Кауфман «Теория и методы статистики», изд. 4, стр. 585.

только одно измерение. Абсциссами для этого рода диаграмм могут служить не только прямые линии (горизонтальные и вертикальные), но также хорды и стороны правильных многоугольников.

Чертеж 19.

Тип диаграммы, изображенный прямоугольниками, у которых только одно измерение—переменная величина, так как основание у всех одинаковое. В тех случаях, если изображаемые величины — проценты от какой-нибудь большой величины, принятой за 100%, столбики следует продолжить до этой последней величины: тогда прямоугольники нагляднее демонстрируют, какую долю они составляют в целой величине.

Наша диаграмма показывает процент крестьянских хозяйств на Украине в 1923 году без рабочего скота.

Чертеж 20.

Тип двухсторонней диаграммы, соответствующей такой же линейной. Прямоугольники, изображенные слева и справа от абсциссы, могут быть приняты за 100% и в свою очередь разбиты на соответствующие доли.

На прилагаемой диаграмме изображен ввоз некоторых товаров в Россию (черные прямоугольники) и в Соединенные Штаты Сев. Америки (заштрихованные).

Чертеж 21.

Тип симметрической диаграммы, представленной прямоугольниками, для изображения одного и того же явления по двум признакам, например, полу, месту пространства. Так как в одни моменты времени величины одного признака больше других и наоборот, то эта разница и показывается закрашенной частью прямоугольника. Можно упомянутую разницу залить краской не на концах прямоугольников, а у абсциссы, — в таком случае сравнение между собою закрашенных частей становится более легким. Во всех случаях, когда надо показать разницу между двумя признаками одного явления, этот прием может применяться с успехом. Этот способ также весьма пригоден для изображения смертности (на 1.000 душ населения) по возрастным группам и т. п.

Наша диаграмма показывает распределение мужчин и женщин по возрастным группам.

Чертеж 22.

Тип диаграммы, изображенной двумя рядами столбиков, стоящих на одной абсциссе. Этот способ применим в том случае, если величины одного ряда больше величин другого

ряда. Для того, чтобы диаграмма была более ясной, один ряд столбиков изображается геометрическими фигурами, а другой ряд — геометрическими телами, например, прямоугольниками и призмами. Для демонстрирования следует белые грани призмы закрасить яркой краской, а фон сделать светлой, тогда белые прямоугольники отчетливо выступят и вся диаграмма станет весьма наглядной.

Прилагаемая диаграмма показывает, сколько земли приходится по губерниям Украины на одно хозяйство у незаможных селян и у крестьян вообще.

Чертеж 23.

Тип диаграммы, изображенной не геометрической фигурой, а геометрическим телом (в данном случае параллелепипедом), у которого одно измерение — переменная величина.

Наша диаграмма показывает, что браки в Швеции заключаются позднее, чем в России. До 20 лет женятся очень мало, в России—много.

Чертеж 24.

Тип диаграммы, построенной на сторонах правильного многоугольника (в данном случае двенадцатиугольника) в зависимости от 12 месяцев года. Все, что сказано о радиальных диаграммах, относится и к этим (см. чертежи 12—16).

Диаграмма показывает сезонные перевозки свекловицы.

Чертеж 25.

Диаграмма, построенная на дугах одинаковой длины. В отличие от предыдущей, видно, что нет такого месяца, когда бы хлеб не транспортировался по жел. дороге; перевозки происходят в достаточной степени равномерно по всем месяцам, за исключением двух месяцев после уборки хлеба, когда перевозки усиливаются.

Чертеж 26.

Образец простейшей ленточной диаграммы. Г. Майр их называет «статистически одухотворенными картами путей сообщения». Они особенно пригодны для изображения масс, движущихся по известным отрезкам пространства, например, движения грузов, людей, автомобилей, повозок и т. п. При этом, если известен состав движущейся массы, то он может быть изображен. Движение масс может быть изображено и симметрической кривой, но, в отличие от ленточной, она показывает движение не в пространстве, а во времени.

Для построения диаграммы ленточного типа лучше иметь детальные данные, например, о количестве грузов, про-

шедших в двух направлениях от станции к станции, и их состав. Но иногда имеются только данные о количестве грузов, прошедших на определенном участке.

Для построения соединяем, как у нас на чертеже, конечные станции участков прямыми линиями и принимаем их за абсциссу. Строим на ней прямоугольники, у которых высота (основание—линия жел. дороги) была бы пропорциональна числу, определяющему, сколько груза принято или отправлено на одну версту участка. Имеются, например, данные:

	Прибыло	Отправлено
Одесса—Вапнярка	3.430.057 пуд.	6.444.656 пуд.
Одесса—Помощная	1.871.822 „	2.292.350 „
Бирзула—Елисаветград—Знаменка	4.787.605 „	5.129.115 „

Протяжение этих участков 259, 217 и 259 верст. Определяем, сколько приходится груза, принятого и отправленного, на одну версту участка:

	Прибыло	Отправлено
Одесса—Вапнярка	24.851 пуд.	13.184 пуд.
Одесса—Помощная	10.840 „	8.621 „
Бирзула—Елисаветград—Знаменка	17.590 „	16.069 „

По этим данным строим вышеописанным образом ленточную диаграмму. Высота всего прямоугольника показывает интенсивность товарного движения на данном участке.

На этом мы заканчиваем описание диаграмм одного измерения и переходим к диаграммам двух измерений. Сюда относятся круги, треугольники, прямоугольники и др. геометрические фигуры.

Чертеж 27.

Тип диаграммы, изображенной концентрическими кругами разных радиусов, пропорциональных данным числам. Этот способ лучше применять для статики, а не для динамики явлений, когда необходимо показать, какую часть составляет одна величина по отношению к другой. Для ее построения определяется радиус площади круга по формуле $\pi r^2 = S$, где r—радиус, а S—площадь круга.

Чертеж 28.

Тип диаграммы, представленной касательными кругами. Этот способ пригоден для изображения динамики явления, как, например, роста добычи, производства, населения. Радиусы площадей определяются по предыдущей формуле (чертеж 27).

Чертеж 29.

Тип диаграммы, состоящей из круга радиуса произвольной длины, разбитого на секторы. Разбивка производится следующим образом. Принимают круг — $360^0 = 100$, откуда $1\% = 3{,}6^0$. По этому расчету все проценты переводятся на градусы, которые затем откладываются по транспортиру. При сопоставлении нескольких кругов, разбитых на секторы, необходимо соблюдать одно правило: начинать разбивку во всех кругах от радиуса одного и того же направления. На практике это правило часто игнорируется, и тем самым затрудняется сравнение секторов. При одном круге секторы следует размещать в убывающем или в возрастающем порядке, если этот порядок внутренне не предопределен, например, группировкой. Разбивку лучше всего вести по направлению движения часовой стрелки. При нескольких кругах секторы можно не располагать в убывающем или в возрастающем порядке, но безусловно необходимо, чтобы порядок расположения секторов был один и тот же во всех кругах.

Чертеж 30.

В тех случаях, когда цифры достаточно резко отличаются друг от друга, можно круга не чертить, а ограничиться полуокружностью, четвертью окружности или даже углом любого числа градусов; в последнем случае необходимо, чтобы углы были расположены друг против друга.

Наша диаграмма показывает распределение крестьянских хозяйств по обеспеченности полевым посевом в степной и лесостепной частях Украины.

Чертеж 31-а.

Тип диаграммы, изображенной квадратом. Этот способ хорош при сопоставлении площадей. Сторона квадрата определяется по формуле $c^2 = S$, откуда $c = \sqrt{S}$, где c — сторона квадрата, а S — площадь, которую требуется построить.

Наша диаграмма сопоставляет размеры территории Франции и Якутской области.

Чертеж 31-б.

Диаграмма изображает то же, что и предыдущая, только вместо геометрических форм территории взяты в их естественных очертаниях. Для построения необходимо иметь, конечно, географические карты, хотя бы и разных масштабов. В атласах, правда, можно найти карты разных стран, выполненные одним и тем же масштабом. Для уменьшения карты, скажем, в два раза, наносят на карту сетку,

в которой, например, одна клеточка равна квадратному сантиметру, затем на лист чистой бумаги наносят другую сетку, одна клеточка которой равна 0,5 квадратного см., а затем по готовым клеточкам рисуется необходимая нам карта. Для практических целей карта, нарисованная таким образом, получается в достаточной мере точная.

Чертеж 32.

Когда же необходимо сопоставить значительное число площадей, например, 50, по числу губерний дореволюционной Европейской России, то нарисовать 50 квадратов — это значит лишить диаграмму всякого изящества и показательности. В таком случае показываются только радиусы кругов, равновеликих данным площадям. Делается это таким образом. Возьмем данные за 1913 год о том, сколько квадратных верст площади обслуживала в то время одна государственная сберегательная касса. Возьмем для примера 3 губернии: Архангельскую, Виленскую и Московскую, — в них одна касса соответственно обслуживала площади в 8.245, 299 и 75 кв. верст. Определим радиусы для данных площадей. Затем чертим круг, разбиваем его на 50 секторов и откладываем по выбранному масштабу от центра полученные нами данные о длине радиусов для площадей, обслуживаемых одной кассой для каждой из губерний. Ясно, что в таком случае площади секторов не имеют никакого значения, важна только длина радиуса сектора. На нашем чертеже из-за технической трудности допущена некоторая неточность, а именно: длина радиусов отложена не от центра, а от окружности, принятой за точку.

Чертеж 33.

Если необходимо показать расчленение массы по одному признаку, а затем расчленение этого признака по вторичным признакам, то берется круг и разбивается по первому признаку, затем вокруг круга чертят кольца, которые разбиваются по вторичным признакам. Например, берется население города, круг разбивается на секторы пропорционально численности каждой национальной группы, затем соответствующая часть кольца каждой национальной группы разбивается по полу и т. д.

Этот способ применяется и тогда, когда нужно показать внутренним кругом распределение какого-нибудь явления на части и долю участия каждой части в другом явлении, внутренне связанном с первым.

Типом последней диаграммы может служить приведенная нами. О разбивке на секторы см. чертеж 29.

Чертеж 34.

Тип кольцевидной диаграммы применяется для изображения замкнутого целого, например, железнодорожной, телеграфной, телефонной линии и т. п. Изобразить данные величины секторами не соответствовало бы сущности явления (протяжение).

Чертеж 35.

Тип сложной плоскостной диаграммы, изображенной прямоугольниками, у которых основание пропорционально одной величине, а высота—другой. Площадь же всего прямоугольника разбивается по другим признакам, связанным с первыми.

Чертеж 36.

В некоторых случаях удобно показать расчленение социальной массы посредством площади треугольника. Например, «распределение учащихся по категориям учебных заведений; в таком случае в вершине треугольника выделяется малочисленный, но важный класс лиц, получающих высшее образование» (по проф. А. А. Кауфману) или, говоря иначе, когда количество надо противопоставить качеству. Имеем данные N_1O и M. Строим треугольник, равный $N+O+M$. Площадь треугольника выразится формулой

$$\frac{ah}{2}=N+O+M,$$

a или h принимаем равной какой-либо величине, а другую легко определить. Построенный таким образом треугольник требуется разбить на части, пропорциональные N_1O и M.

Из геометрии известно:

$$1.\ \frac{b}{a}=\frac{h_1}{H};\ \text{откуда}\ b=\frac{ah_1}{H}.$$

$$2.\ \frac{c}{a}=\frac{h_2}{H};\ \text{откуда}\ c=\frac{ah_2}{H}.$$

Площадь $\Delta B_2BC_2=\frac{ch_2}{2}$.

Подставляем значение c, полученное выше

$$\Delta B_2BC_2=\frac{ah_2}{2H};\ \Delta B_1BC_1=\frac{bh}{2}=\frac{ah_1^2}{2H}.$$

Площадь первого $=S$, а второго $=S_1$, получаем

$$h_2=\sqrt{\frac{S2H}{a}};\quad h=\sqrt{\frac{S_12H}{a}};$$

подставляем в эти формулы наши данные и решаем уравнение.

Таким образом, мы нашли три точки на высоте большого треугольника, через которые следует провести линии параллельно основанию, чтобы разбить площадь нашего треугольника на пропорциональные части.

Тип точечной диаграммы. Возможность применения их очень ограничена, так как каждая точка может выражать одну единицу. Правда, на практике встречается приравнивание одной точки одному десятку, одной сотне данных единиц, но в этом можно видеть большую натяжку и малую наглядность такой диаграммы.

Для построения подобных диаграмм чертятся квадраты и на их площади распределяют столько маленьких черных кружков, сколько единиц явления требуется изобразить (см. черт. 41).

Чертеж 37.

Разновидность точечной диаграммы, в которой точки заменены маленькими квадратами. Применяется в тех случаях, когда необходимо показать процент от какого-нибудь числа, или долю одного числа в другом числе.

Наша диаграмма показывает процент разрушенных и недостроенных построек к общему их числу в Одессе и Харькове по городской переписи 1923 года.

Теперь мы перейдем к диаграммам трех измерений, но так как они мало наглядны вследствие трудности сравнения, то мы остановимся на трех главнейших типах, а именно на кубах, шарах и цилиндрах.

Чертеж 38.

Тип диаграммы, изображенной посредством кубов. Сторона куба определяется по формуле $c^3 = V$, откуда $c = \sqrt[3]{V}$, где c — сторона, V — об'ем. Этот способ особенно пригоден в тех случаях, когда необходимо изобразить две величины, из которых одна выражена малым числом, а другая, наоборот, очень большим. Само собою разумеется, что этот способ применим только тогда, когда явление по своему существу может быть представлено в виде тела.

В некоторых случаях вместо кубов применяются шары. Радиус его определяется по формуле $r^3 = V$, откуда $r = \sqrt[3]{V}$.

Можно изображать об'емы и цилиндрами. Возможны три случая: 1) цилиндры имеют равные радиусы основания и разные высоты, 2) равные высоты и разные радиусы и 3) разные высоты и разные радиусы. По легкости сравнения самым наглядным

будет первый способ, менее наглядными два других. Для построения первого цилиндра по первому способу берут радиус или высоту, равную какой-либо подобранной величине, а другое измерение определяется по формуле $V = \pi r^2 h$. Этой же формулой пользуются для построения цилиндров вторым способом. Для построения цилиндров по третьему способу, когда высота и радиус уже определены, вычисляют, чему равно отношение $\frac{r}{h}$; пусть оно будет равно некоторой величине b, тогда и во втором цилиндре отношение $\frac{R}{H} = b$, откуда $H = bR$. Подставив это значение H в формулу об'ема цилиндра, определяем искомые величины.

На этом мы и закончим описание диаграмм трех измерений.

II. КАРТОГРАММЫ

Теперь остановимся на картограммах. Картограммой называется такое графическое изображение, которое представляет на карте явление, как функцию пространства. По определению профессора Янсона: «цель картограммы состоит в том, чтобы выяснить зависимость между каким-нибудь общественным явлением, как функцией, и местностью или каким-либо ее признаком, как фактором». Для построения картограммы статистический ряд разбивается на интервалы. Существуют различные способы разбивки; наиболее употребительный и удачный заключается в следующем: из большего числа вычитают меньшее и разницу делят на столько частей, сколько интервалов желают получить. Для наименьшего интервала берут самый слабый оттенок краски, а для последующих все более и более темные оттенки. При этом должно соблюдаться одно важное методологическое правило: картограмма должна закрашиваться разными тонами одной и той же краски. Брать же для разных интервалов различные краски, как это часто встречается на практике, совершенно недопустимо. Необходимо, чтобы глаз легко улавливал переход от света к тени (то же необходимо соблюдать при штриховке). Только при последнем условии допустимо применение разных красок; можно, например, начать с желтой и через коричневую перейти к черной. Вообще применять разные краски можно только при большой опытности. Наилучшие результаты получаются при пользовании для тонирования картограмм сухой китайской тушью, разведенной в воде. При выполнении больших картограмм штриховкой пользоваться не

рекомендуется, так как удовлетворительные результаты получаются при очень большом искусстве чертежника.

Бывают случаи, когда на одной и той же картограмме необходимо изобразить два состояния одного явления, отклоняющегося от среднего в сторону + или —. Во всех таких случаях применяются две краски, и в пределах каждой из них имеются свои интервалы. Для изображения уклонений в сторону — берут разные тона одной краски, для уклонения в сторону + тона другой. Иногда встречается необходимость изобразить на картограмме районы преобладания каких-либо двух явлений, например, преобладание первых двух культур по округам. Имеем данные о пропорции культур по округам. Определяем, какие две культуры стоят по величине на первых двух местах для каждого округа. Для каждой культуры выбираем какую-нибудь краску; затем по карте чертим карандашом вертикальные линии через каждые десять миллиметров. Потом в тех районах, где рожь стоит на первых двух местах, наводят карандашные линии соответствующей краской через одну линию. Между проведенными же линиями наводятся другие линии краской, соответствующей другой культуре. Если краски для линейной картограммы подобраны удачно, то районы преобладания выделятся на карте весьма отчетливо.

При изготовлении карты для картограммы, с нее убирается все не относящееся к делу, как-то: название населенных пунктов, реки, пути сообщения, конечно, только в том случае, если их не ставят в связь с явлениями, изображенными на картограмме.

Чертеж 39.

Тип простейшей картограммы без интервалов. Из ряда данных величин выводятся средние, и те части территории, данные для которых превышают среднюю величину, закрашиваются, остальные же остаются не закрашенными.

Чертеж 40.

Тип наиболее распространенной картограммы с интервалами, выполненной штриховкой.

Точечная картограмма. Если встречается необходимость изобразить, в каких территориальных единицах находятся об'екты, интересующие составителя, в этом случае применяется точечная картограмма. При этом могут быть два случая: 1) местонахождение об'екта точно известно, 2) известна только территориальная единица, в пределах которой находится об'ект. Каждый об'ект принимается за точку (малый кружок).

Точки могут быть нанесены различными красками, тогда можно изобразить несколько видов об'ектов. Таким образом, составляются картограммы полезных ископаемых, расположение фабрик и заводов, школ и т. п.

Чертеж 41.

Тип точечной картограммы.

Чертеж 42.

Тип линейной картограммы. Они чертятся подобно картам изотерм, изобар, изогонов и т. д. На нашей картограмме изоцен линиями соединены пункты с одинаковой ценой на 1 пуд ржи осенью 1917 г.

Профессор Янсон в своей «Статистике» пишет: «двух функций на одной и той же картограмме представить нельзя». Дальнейшее развитие диаграфического искусства показало возможность при пользовании краской и штриховкой изобразить на одной и той же картограмме две функции без ущерба для наглядности. Одно явление, — например, обеспеченность землею одного хозяйства изображается краской, а другое (количество голов рабочего скота) — показывается штриховкой.

III. КАРТОДИАГРАММЫ

Картодиаграммами называются такие графические изображения, у которых диаграммы начерчены на карте. Исчерпать всевозможные типы картодиаграмм не представляется возможным, так как на карте могут быть изображены не только диаграммы, но и их комбинации.

Чертеж 43.

Тип простой картодиаграммы, где кругами, подразделенными на секторы, показано соотношение грамотного и неграмотного сельского населения. Данная картодиаграмма может быть усложнена изображением кругов разной величины в зависимости от той или иной численности каждого уезда.

Чертеж 44.

Тип сложной комбинированной картодиаграммы, характеризующей с различных сторон сахарную промышленность Украины.

Высоты прямоугольников показывают число действовавших по губерниям заводов; основания — размеры предприятий (среднее число рабочих на один завод); вся площадь прямоуголь-

ника — абсолютное число рабочих; круги под прямоугольниками — сахарная продукция каждой губернии; картодиаграмма — ценность продукции.

Теперь несколько слов об иллюстрированных диаграммах. Мы здесь не будем говорить о тех художественных диаграммах, которые украшают стены выставок и на которых изображены люди, коровы, лошади, целые фабрики, даже города и деревни, так как подобные диаграммы не имеют научного значения. Мы будем говорить о тех графических изображениях, хорошие образцы которых можно найти в ежегодниках департамента земледелия Соединенных Штатов Сев. Америки. В этих диаграммах рисунки имеют второстепенное, иллюстрирующее значение, суть же явления, как и в обычных графических изображениях, выражена геометрическими линиями, фигурами и телами.

Вот несколько примеров.

Изображают прямоугольниками или квадратами изменение состава посевной площади, и на этих площадях дают рисунки соответствующих знаков; хотят показать кем потребляется каменный уголь — чертят круг, разбивают его на секторы, и в пределах каждого помещаются соответствующие рисунки, например, на секторе, показывающем процент потребления угля железными дорогами, рисуют паровоз и т. д. Все только что упомянутые диаграммы, как сочетающие рисунки с методологически правильно построенными диаграммами, допустимы в статистике, так как имеют научное значение.

В заключение следует сказать, что из существа изображаемого явления никогда нельзя окончательно определить, какой способ следует выбрать в данном случае. Способ, который пригоден для цифр, резко отличающихся между собой, совершенно непригоден для данных, разница между которыми крайне незначительна.

Чертежи 45 и 46.

Могут служить иллюстрацией этого положения.

Заканчивая работу, считаем необходимым привести слова доктора E. Roesle: «также, как и всякое другое искусство, естественно, искусство графического изображения требует изучения, и здесь такие упражнения создают мастера и приучают глаз к критике. Однако, самый лучший художник не в состоянии здесь ничего достигнуть, если он в то же время не статистик. Только статистик, одаренный изобразительной способностью, может переводить на рисунок то, что означают его цифры, и найти при этом правильные комбинации. Со-

вершенно неправильно поэтому составление проектов для графиков статистических данных поручать неспециалистам, чертежникам и рисовальщикам, так как в результате этого, не говоря уже о неправильной методике, создаются шаблонные бездушные образы, совершенно не отражающие в себе особенностей цифровых рядов, из которых они возникают. Ввиду этого на вспомогательный персонал следует возлагать лишь техническое выполнение проектов, требующих не столько самостоятельного мышления, сколько тщательности и технического совершенства».

БИБЛИОТЕКА
Инв №

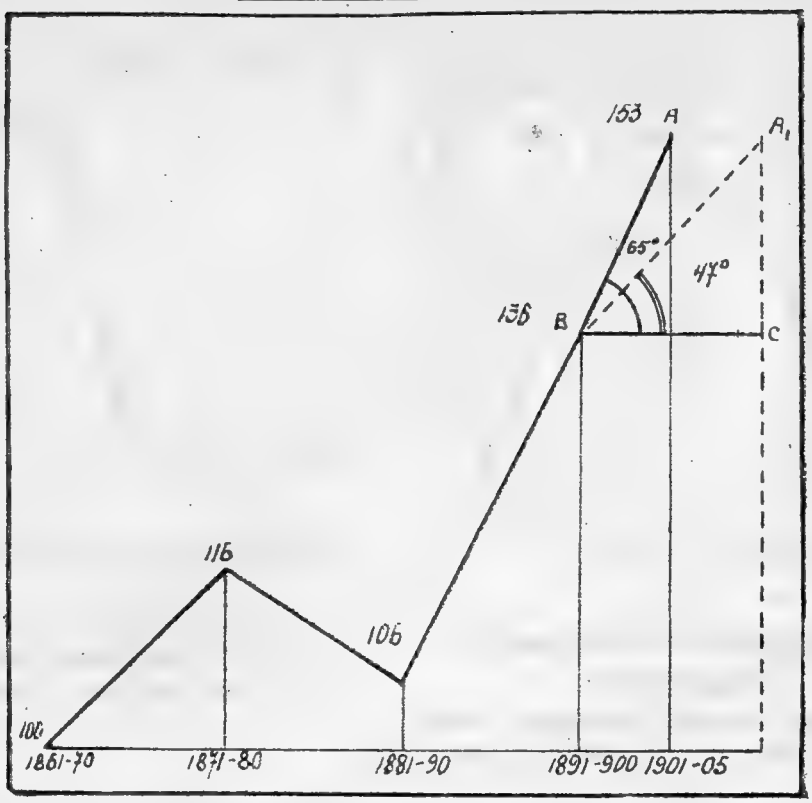
ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

I. ДИАГРАММЫ

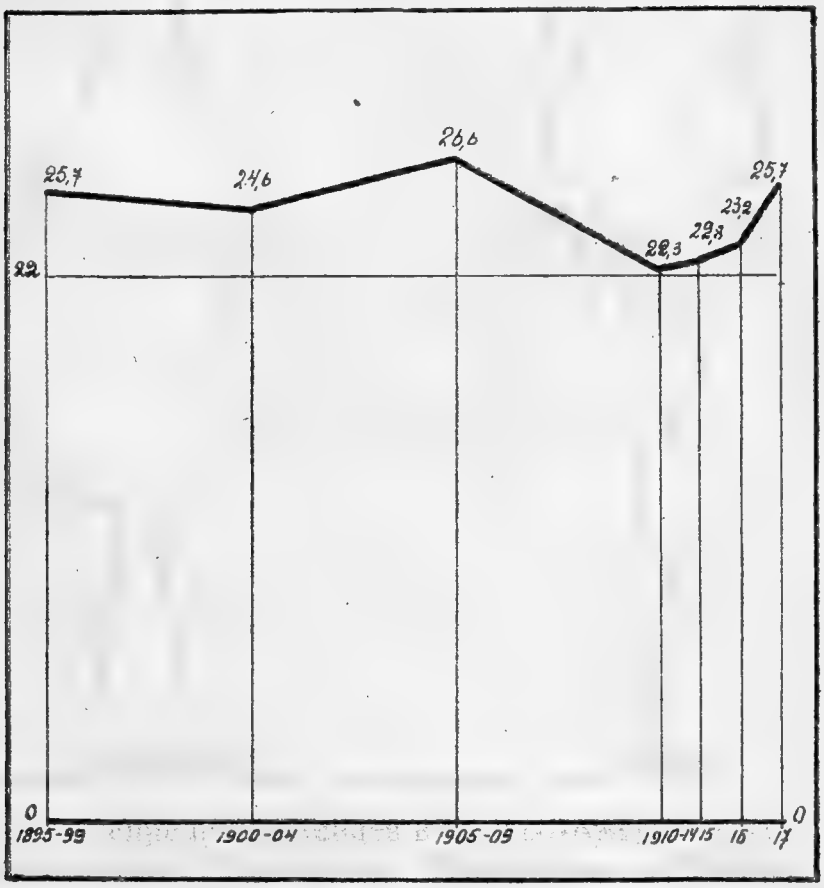
II. КАРТОГРАММЫ

III. КАРТОДИАГРАММЫ

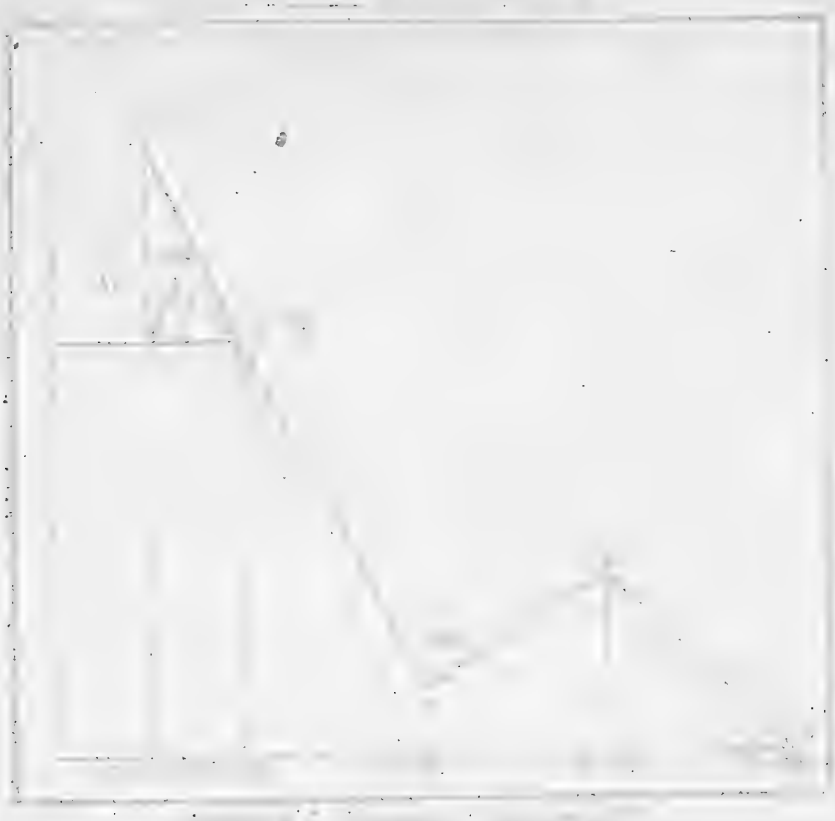
I. ДИАГРАММЫ.

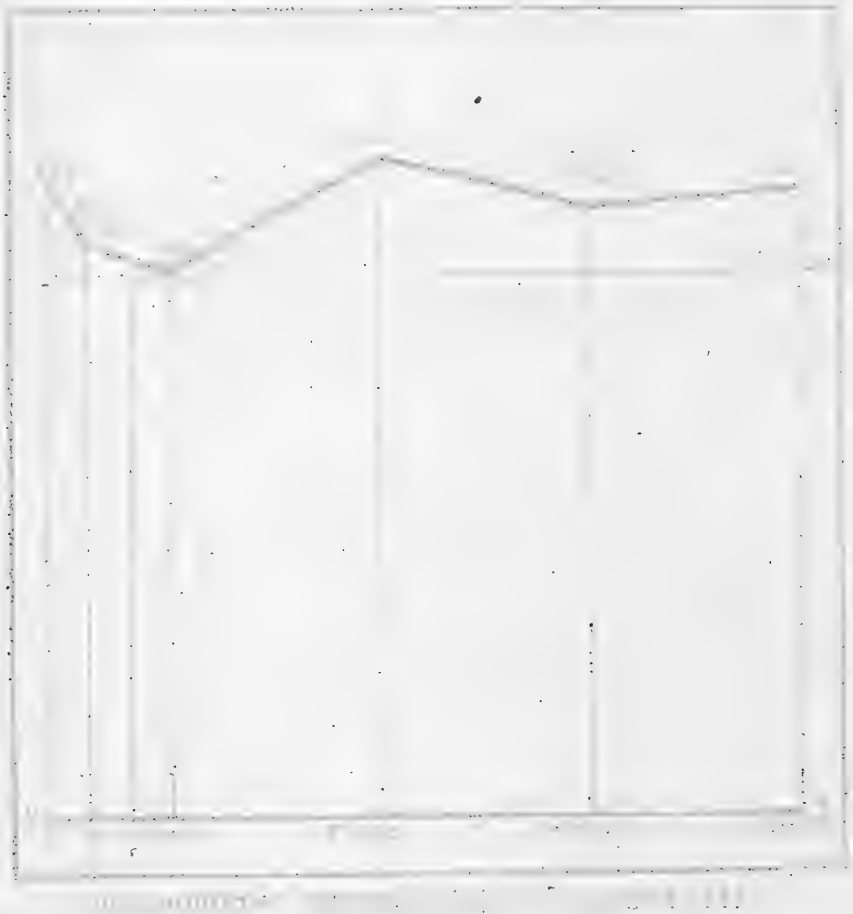


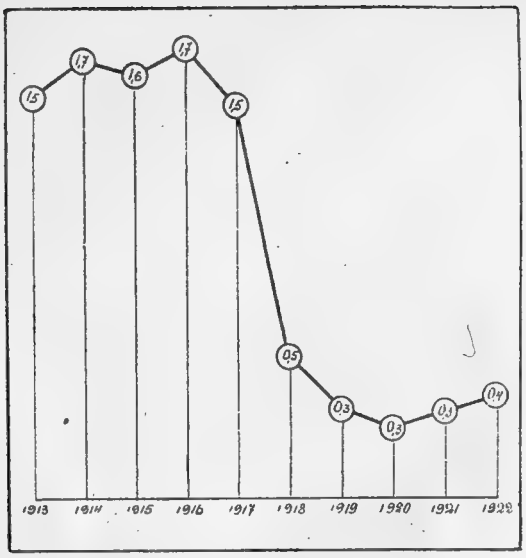
1. Посевная площадь Украины.
Озимые, яровые хлеба и картофель.



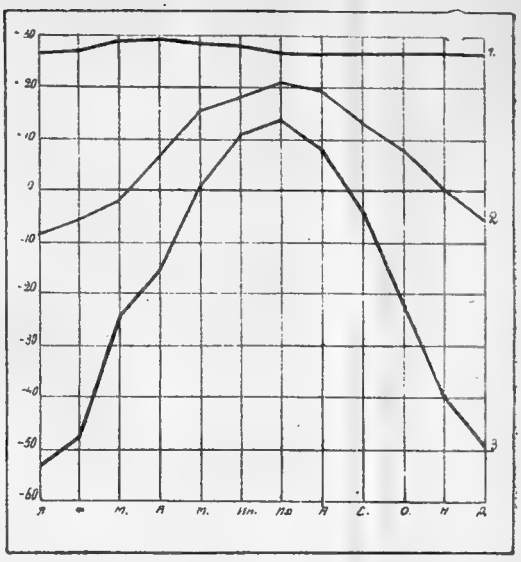
2. Изменение коэффициента смертности для гор. Ленинграда.





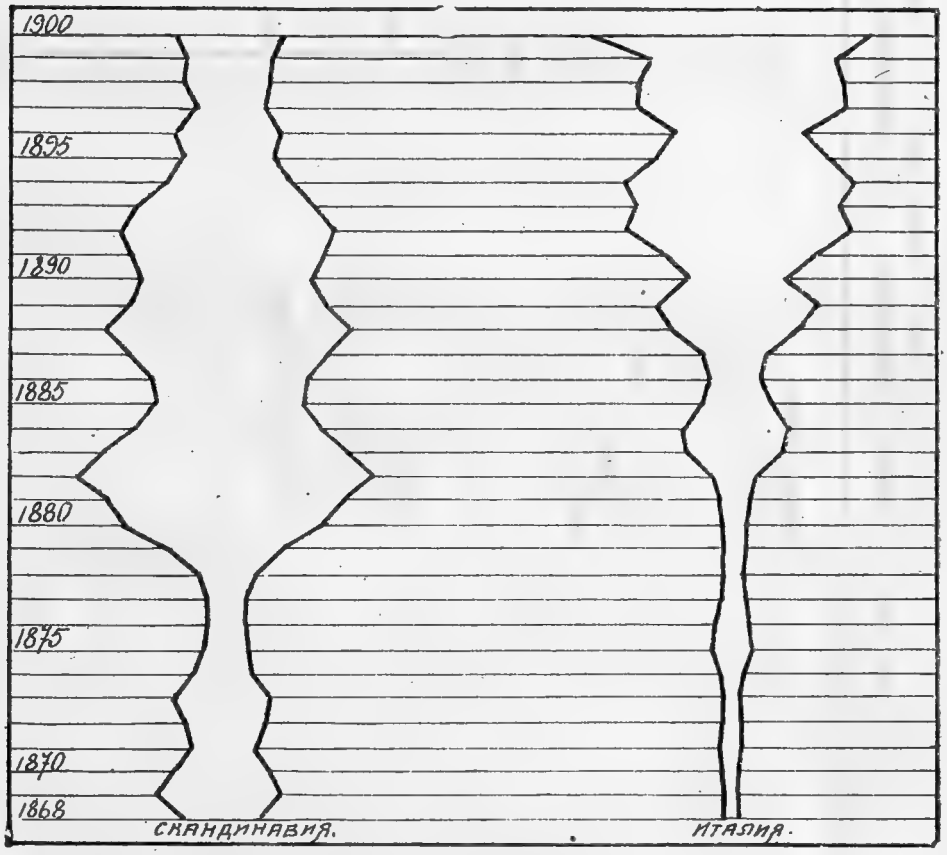


3. Добыча каменного угля в Донбассе с 1913 по 1922 г.г.

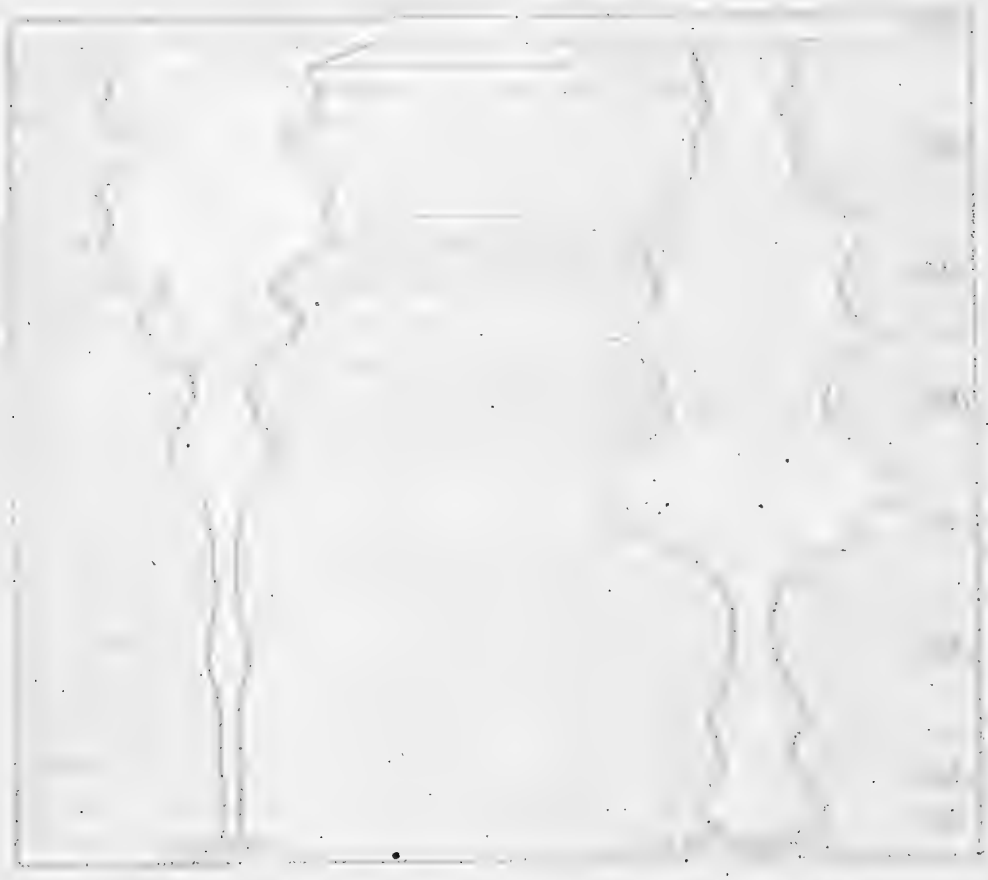


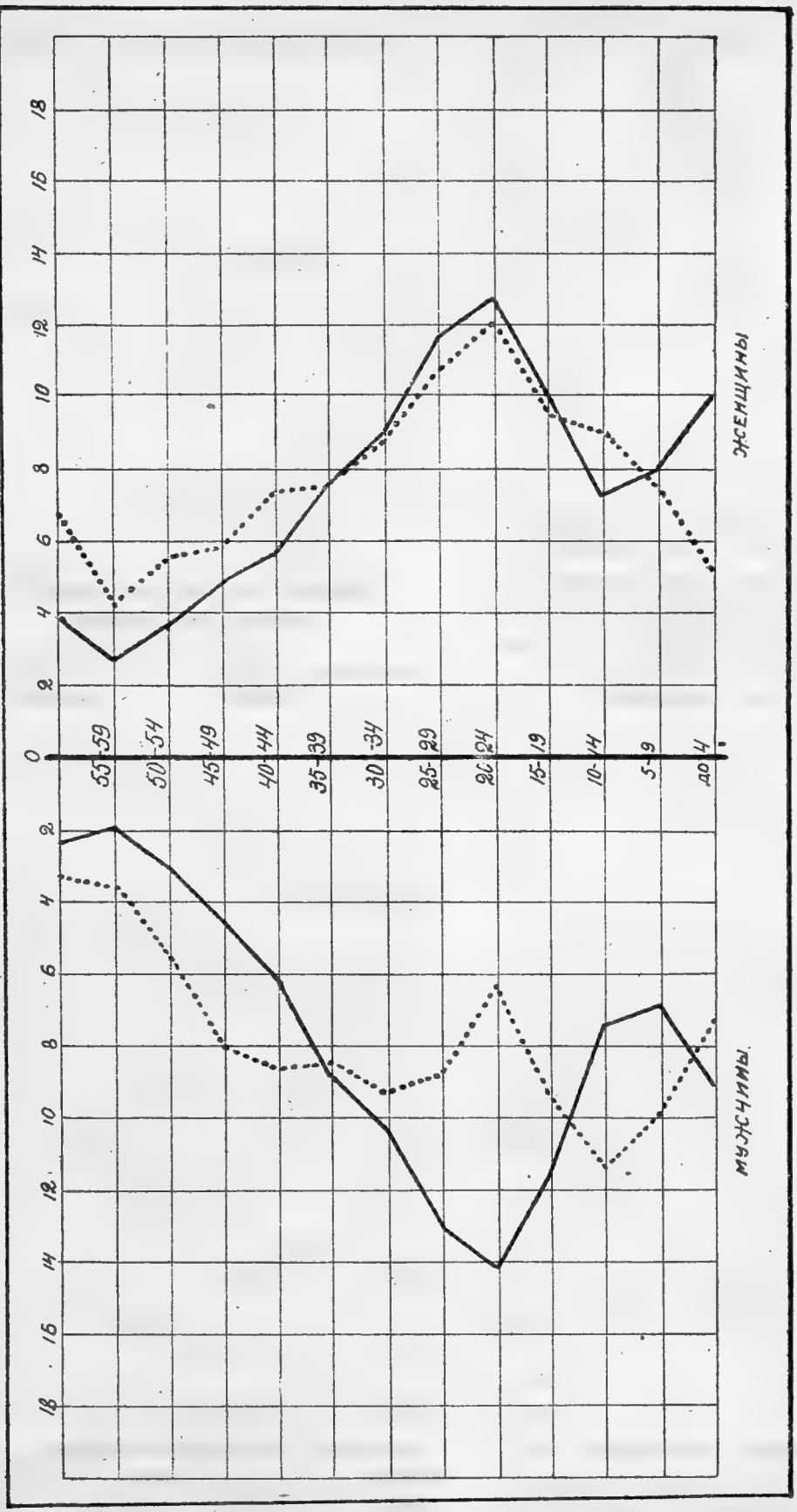
4. Изменение температуры по месяцам.

1) В г. Коломбо (о. Цейлон), 2) в г. Харькове и 3) в г. Якутске (Вост. Сибирь).

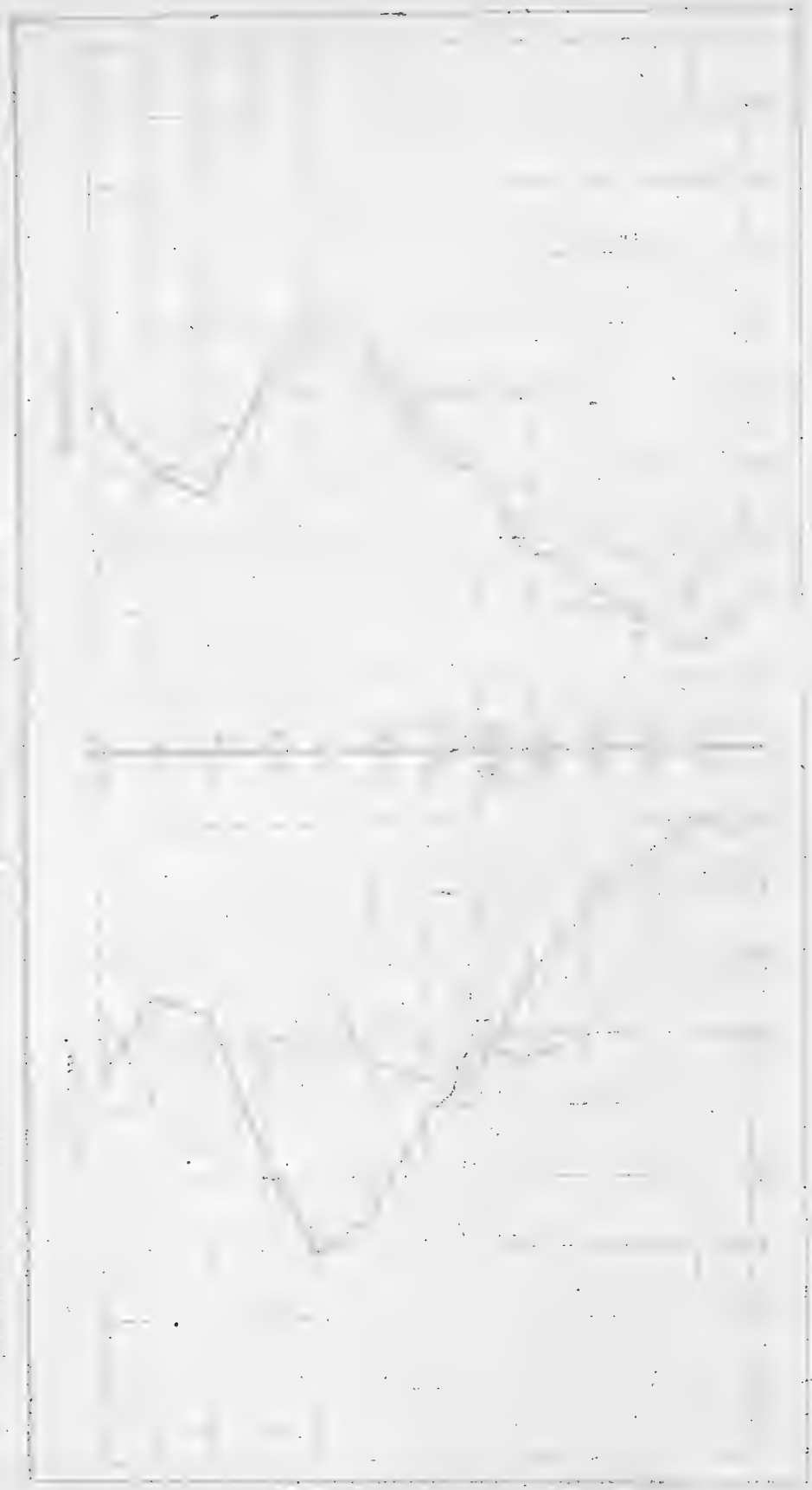


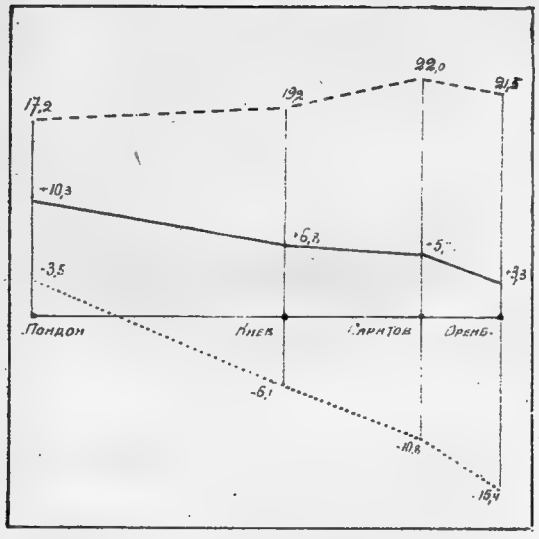
5. Движение переселенцев в Северо-Американские Соединенные Штаты из Скандинавии и Италии с 1868 по 1900 г.г.





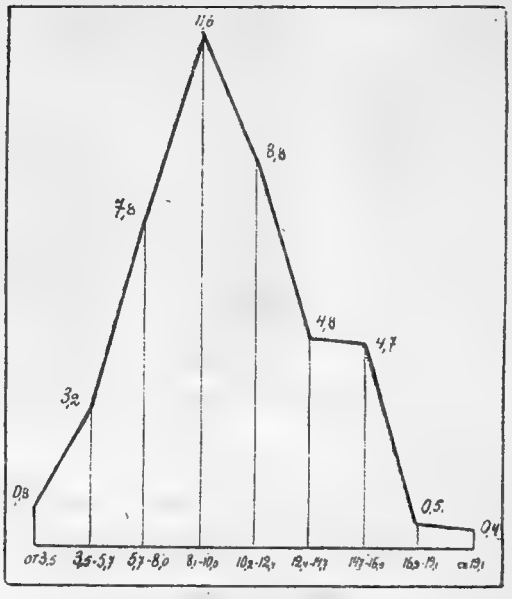
6. Возрастный состав населения г. Ленинграда в 1920 г. по сравнению с 1910 г. (в %%).
Сплошная линия — 1910 г., пунктирная — 1920 г.





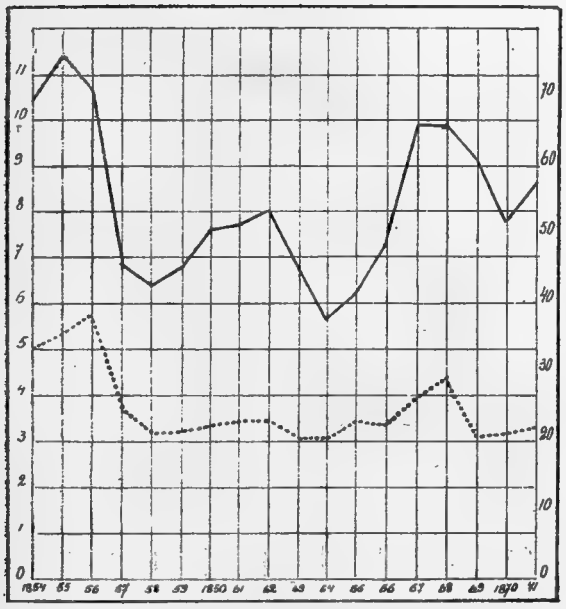
7. Изменение температуры с запада на восток.

Верхняя линия — июль
Средняя » — средн. год. темп.
Нижняя » — январь.

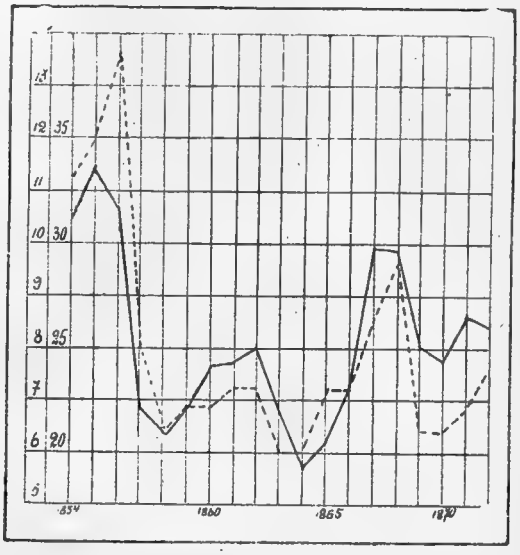


8. Плотность населения на 1 кв. километр и температура по R⁰ в Северо-Американских Соединенных Штатах.

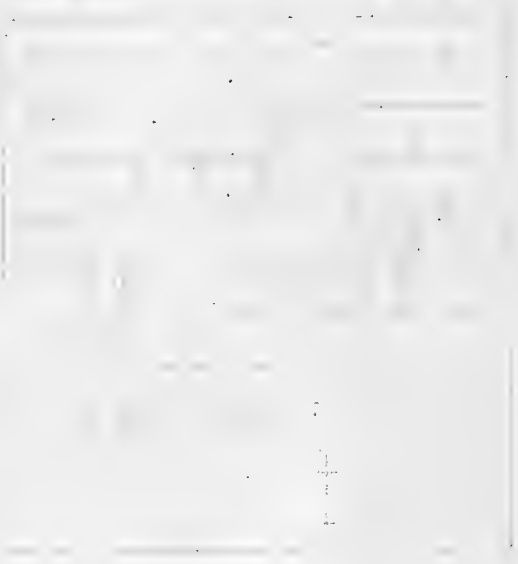
Наблюдения 1880 года.

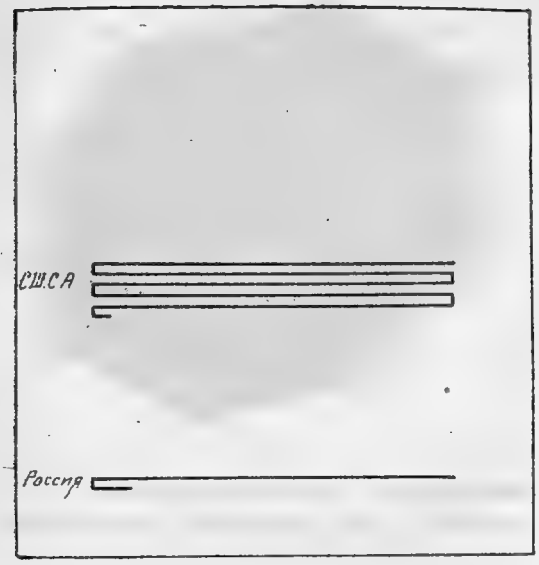


9-а. Движение цены 50 килограммов ржи (верхняя линия) и число краж (нижняя линия) на 10.000 жителей в Восточной Пруссии.

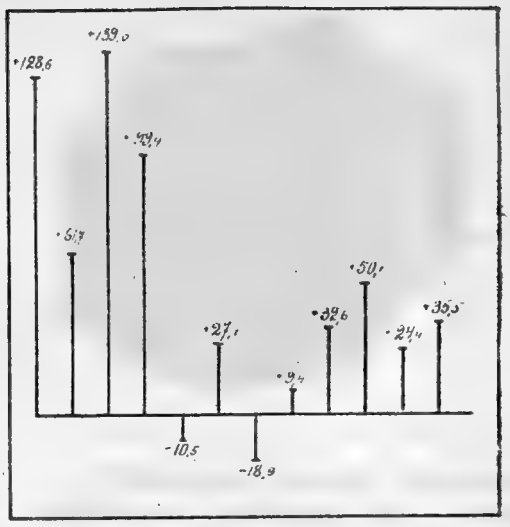


9-б. Движение цены 50 килограммов ржи и число краж на 10.000 жителей в Восточной Пруссии.



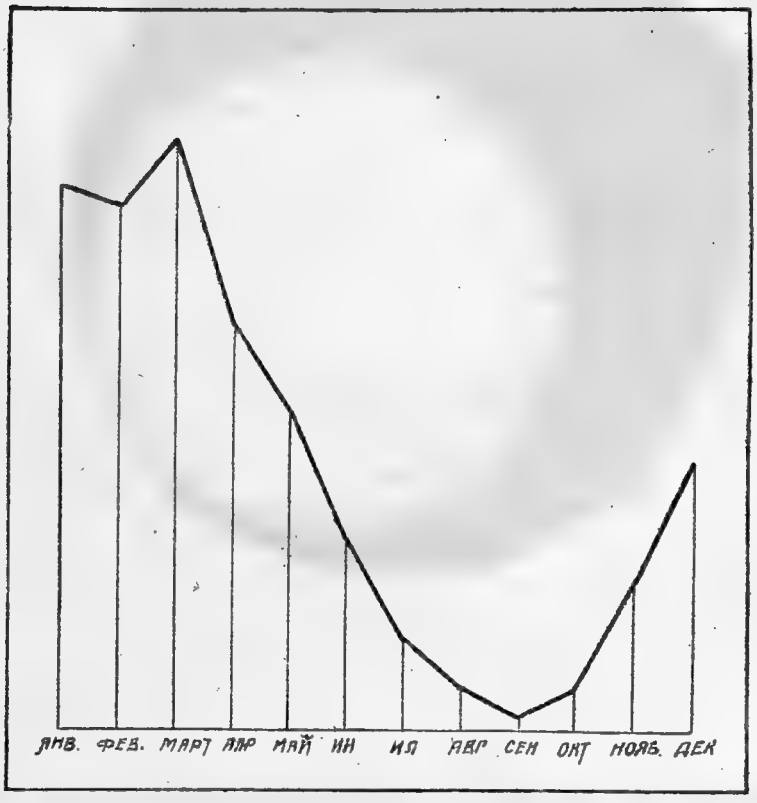


10. Протяжение жел.-дорожных линий в Северо-Американских Соединенных Штатах (1918 г.) и в России (1916 г.).



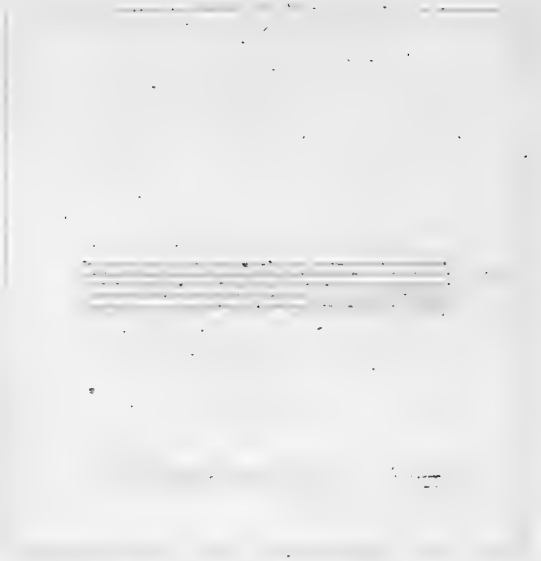
11. Темп роста цен в 1922 г.

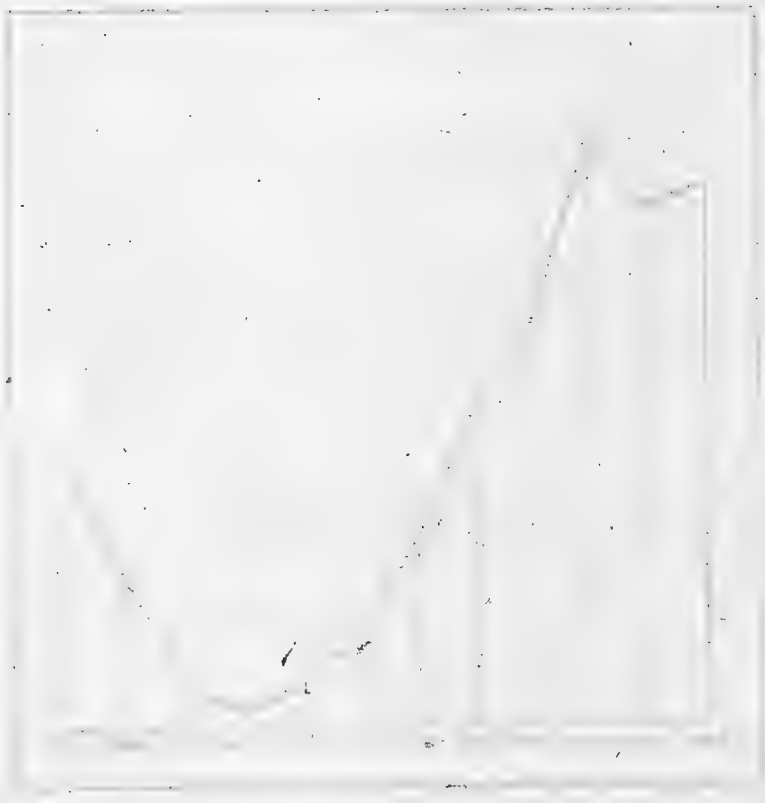
В $^0/_{00}$ к каждому предшествующему месяцу.

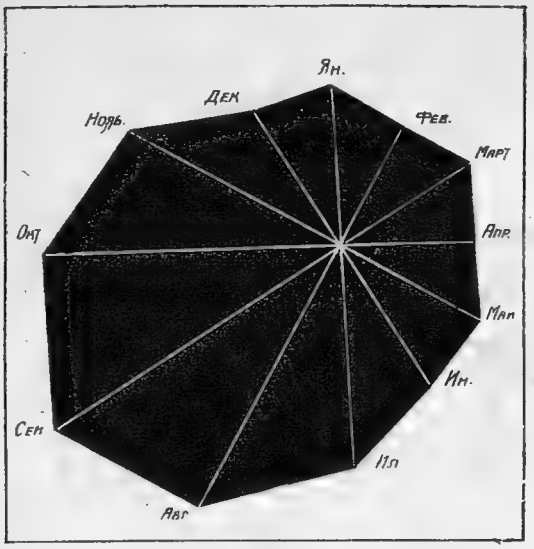


12. Кривая заболеваемости сыпным тифом по месяцам для г. Киева.

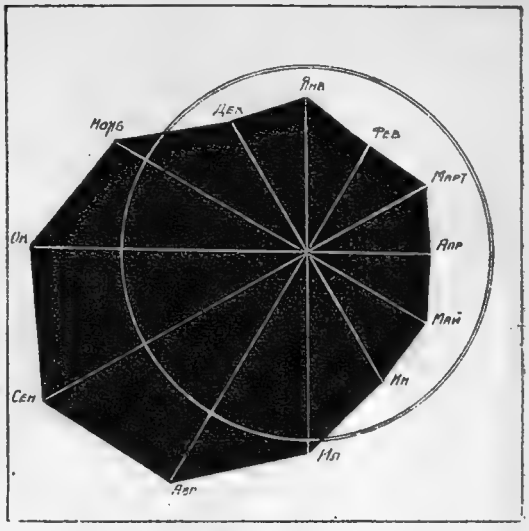
Среднее за 1904 — 1918 г.г.



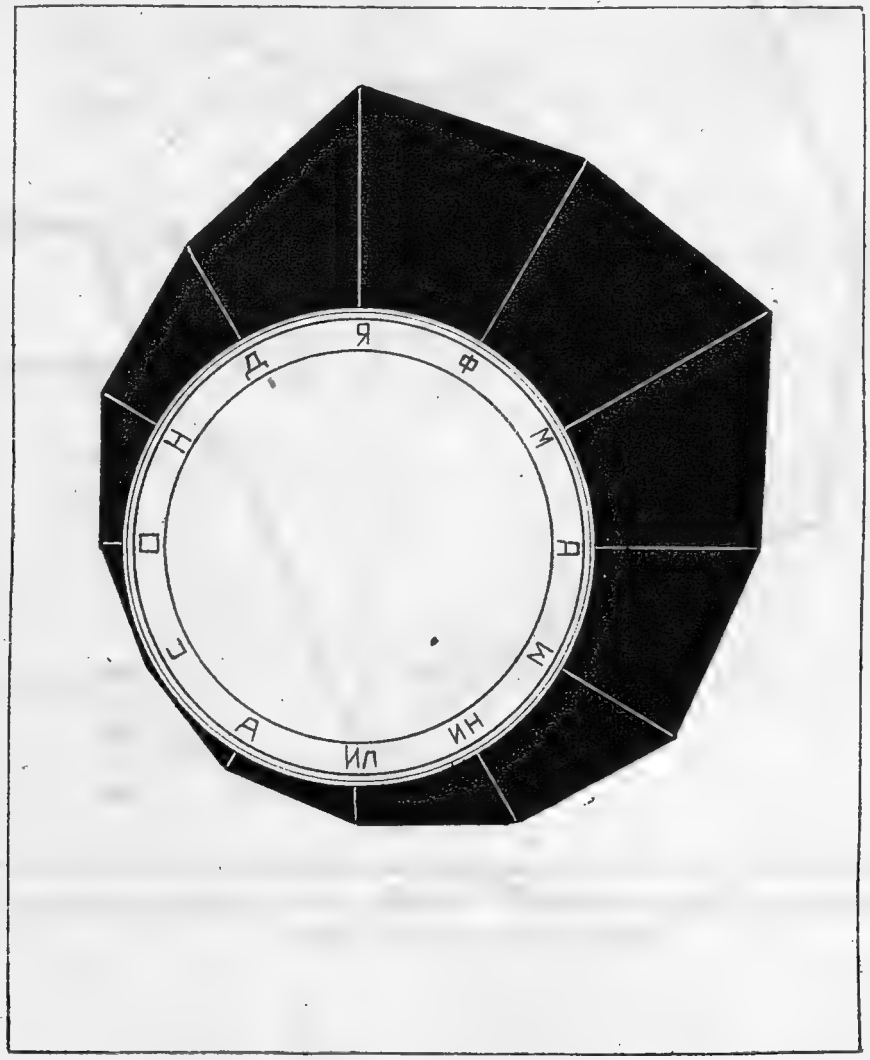




13. Заболеваемость брюшным тифом по месяцам для г. Киева.
В сред. за 14 лет — с 1904 по 1918 г.г.



14. Заболеваемость брюшным тифом по месяцам для г. Киева.
В сред. за 14 лет — с 1904 по 1918 г.г.



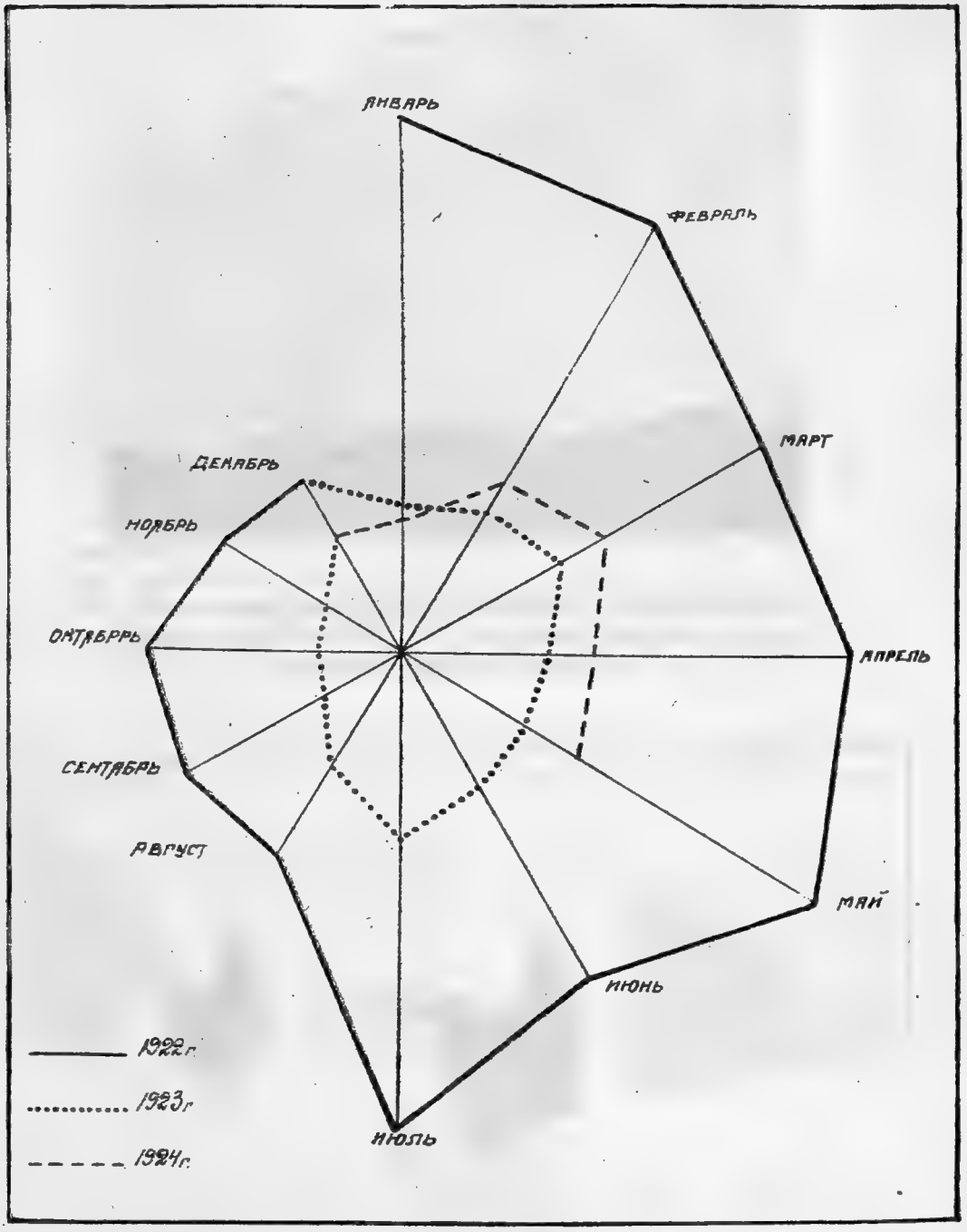
15. Заболеваемость сыпным тифом по месяцам для г. Киева.
В среднем за 14 лет — с 1904 по 1918 г.г.

В сфере за 14 лет — с 1904 по 1918 гг.

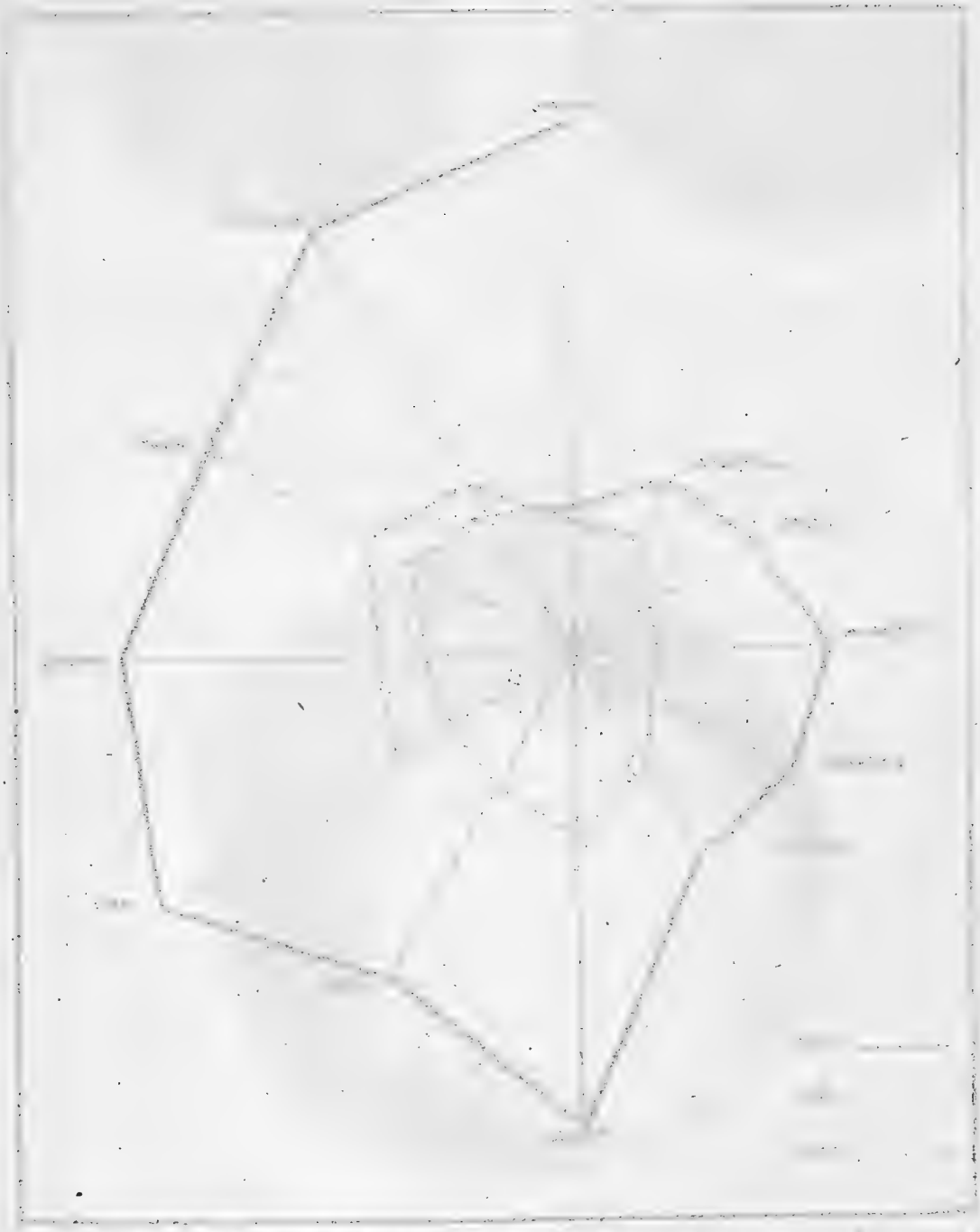
В сфере за 14 лет — с 1904 по 1918 гг.

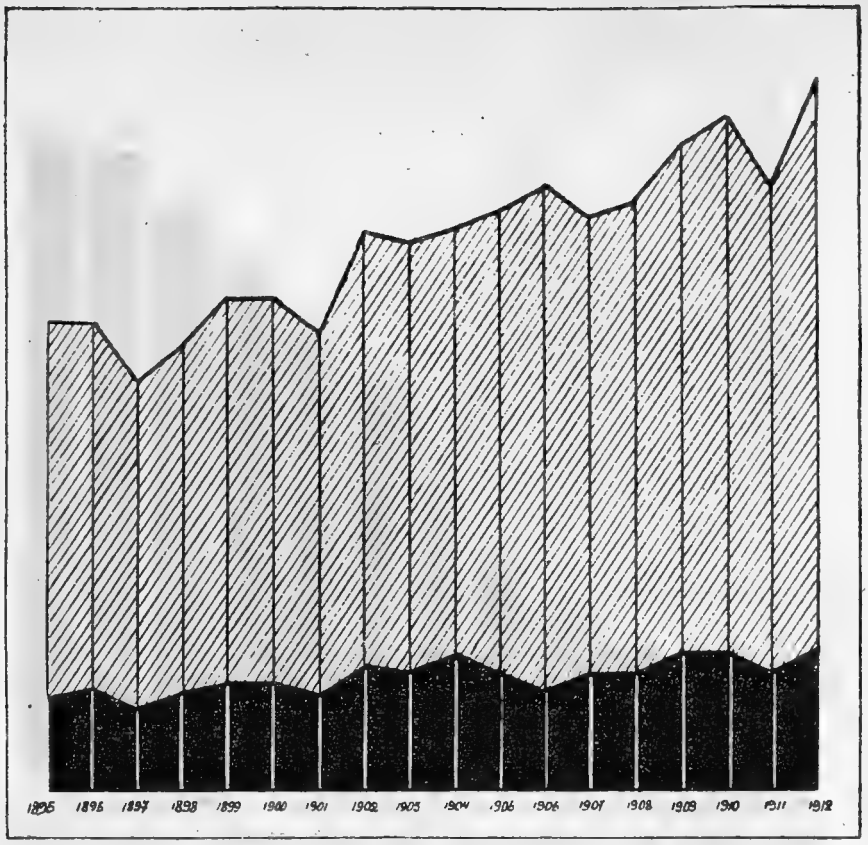
В сферах за 14 лет — с 1904 по 1918 гг.

ЛАВ Г. КЮВА.

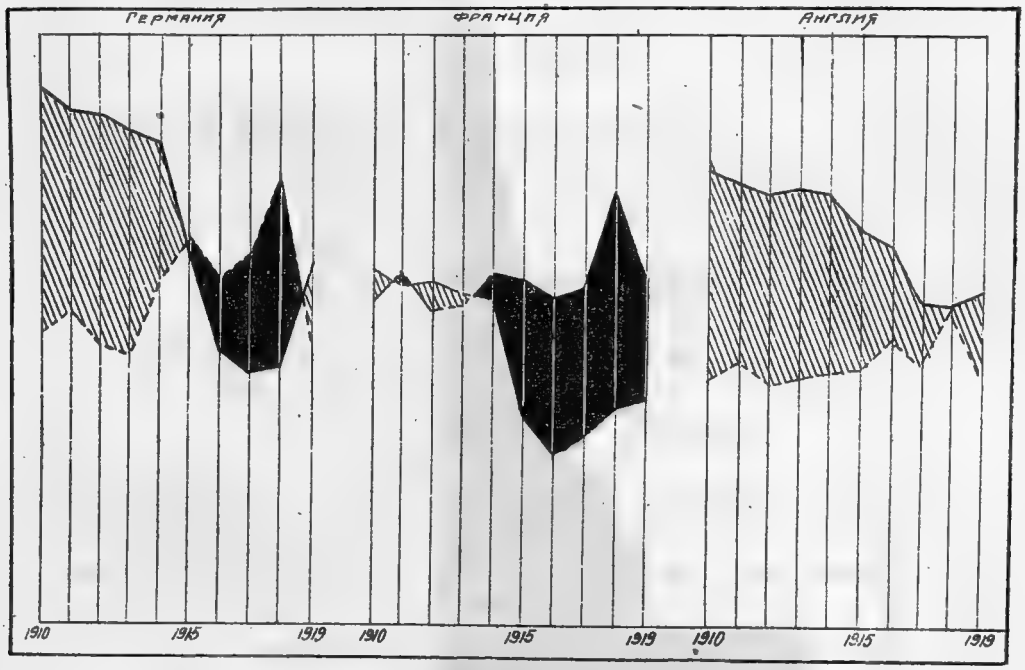


16. Движение цены пуда ржи на Украине с 1922 г. по май 1924 г.
Январь 1922 г. принят за 100.



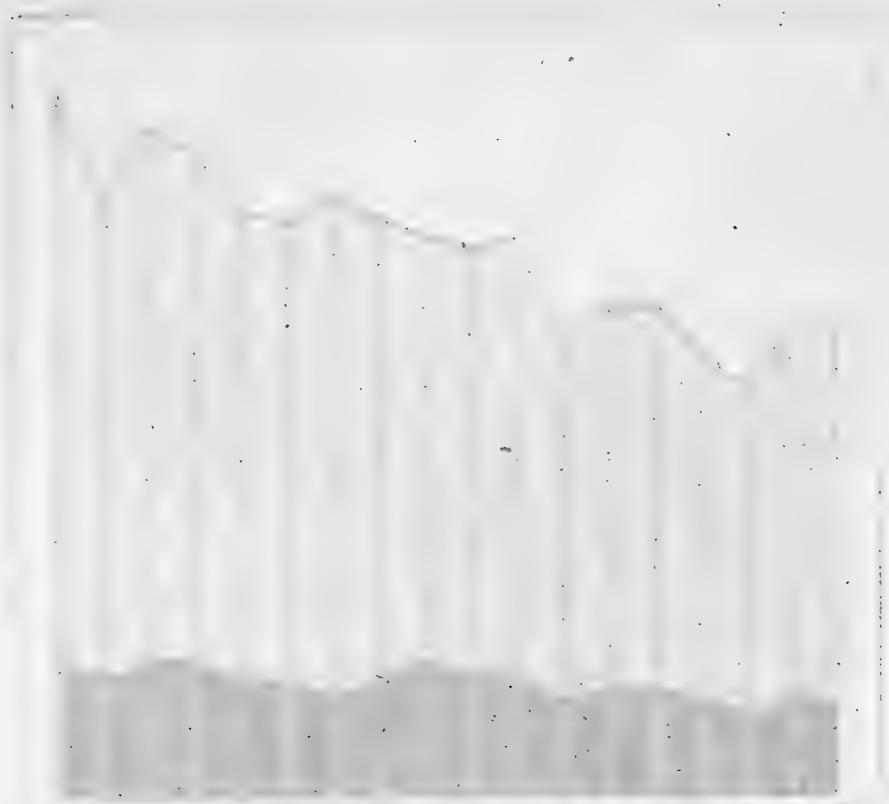


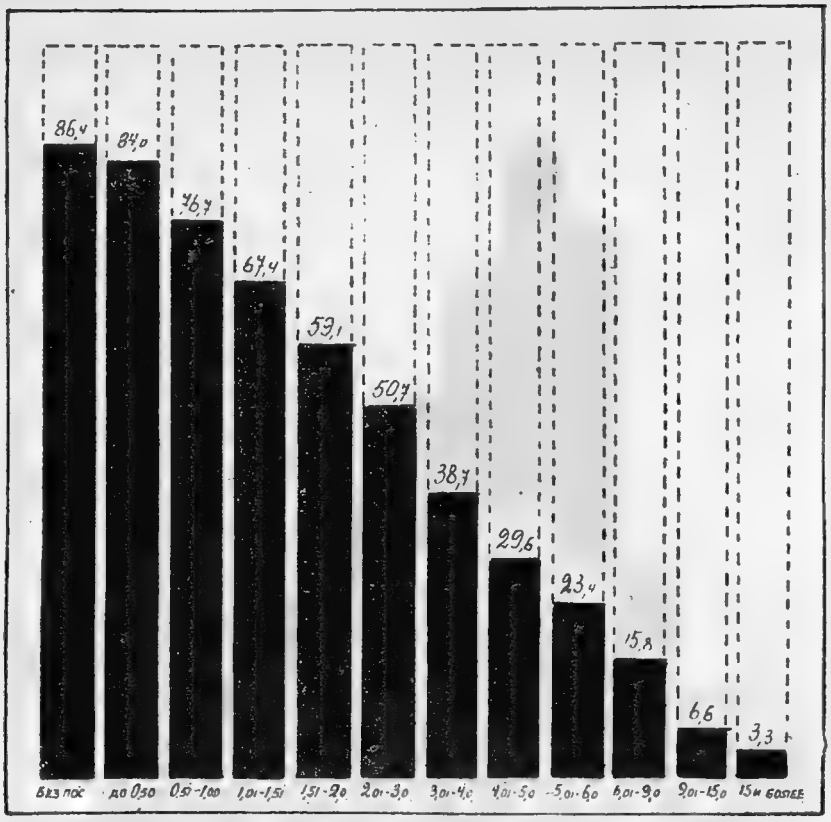
17. Изменение величины мирового производства хлебов за 1895 — 1912 г.г. и доля участия в нем России (черная краска).



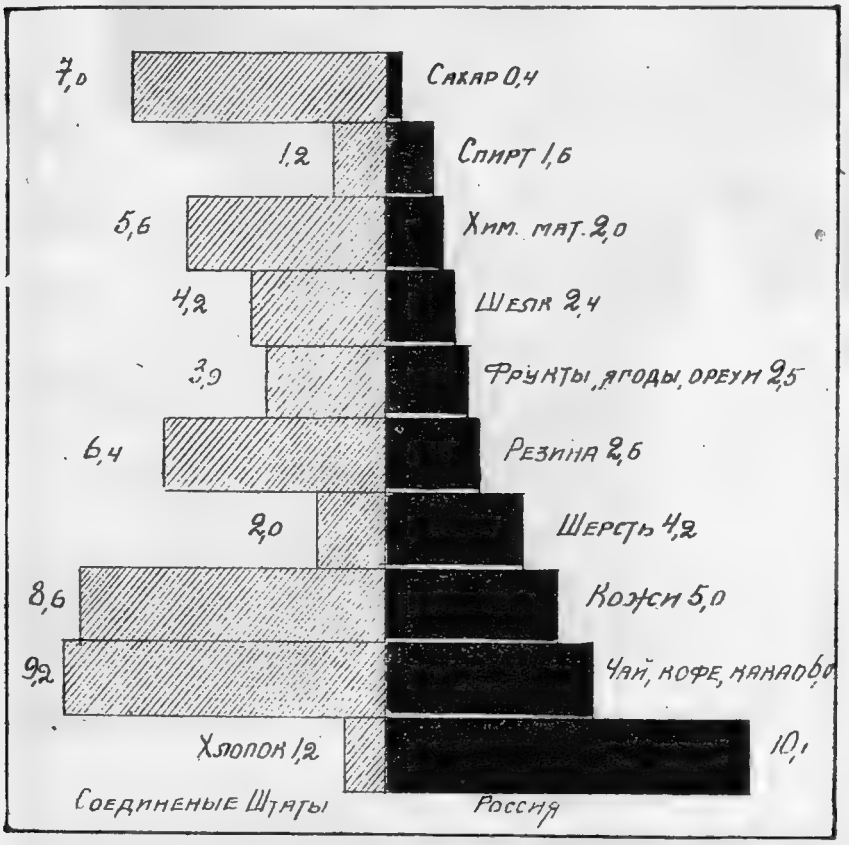
18. Движение населения в Германии, Франции и Англии с 1910 по 1919 г.г.

Штрихи — естественный прирост; черная краска — естественная убыль.

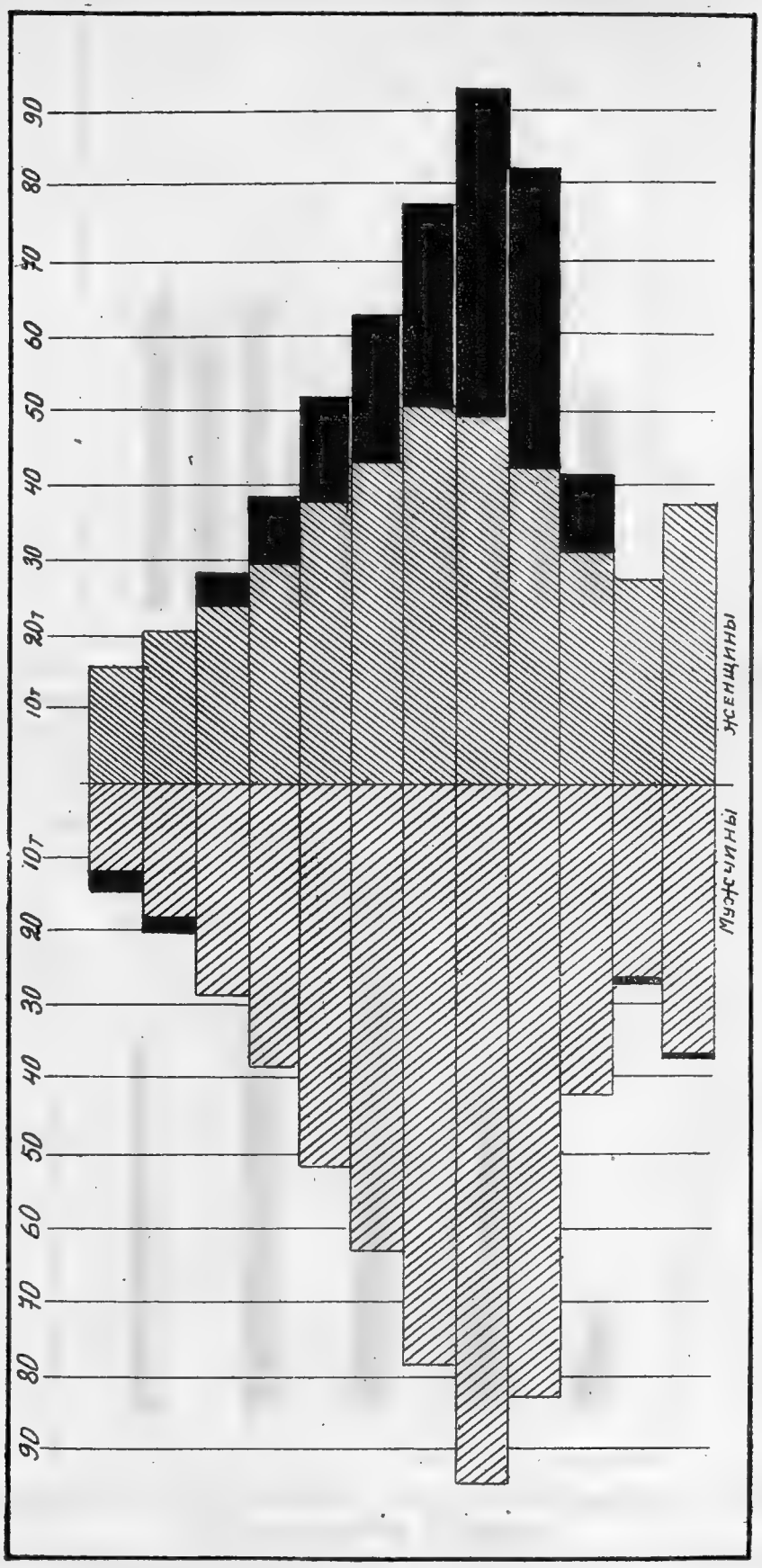




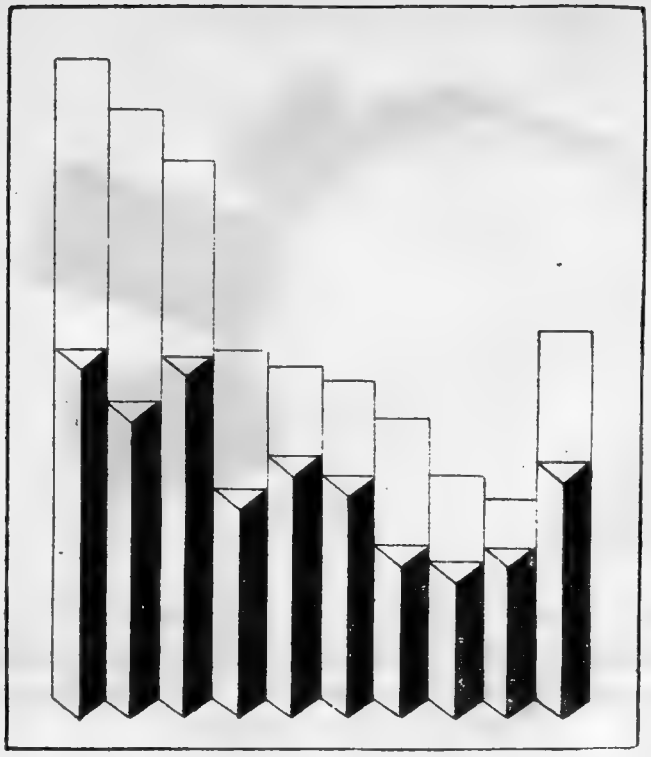
19. Процент крестьянских хозяйств без рабочего скота на Украине в 1923 г.



20. Ввоз некоторых товаров в Северо-Американские Соединенные Штаты и в Россию.

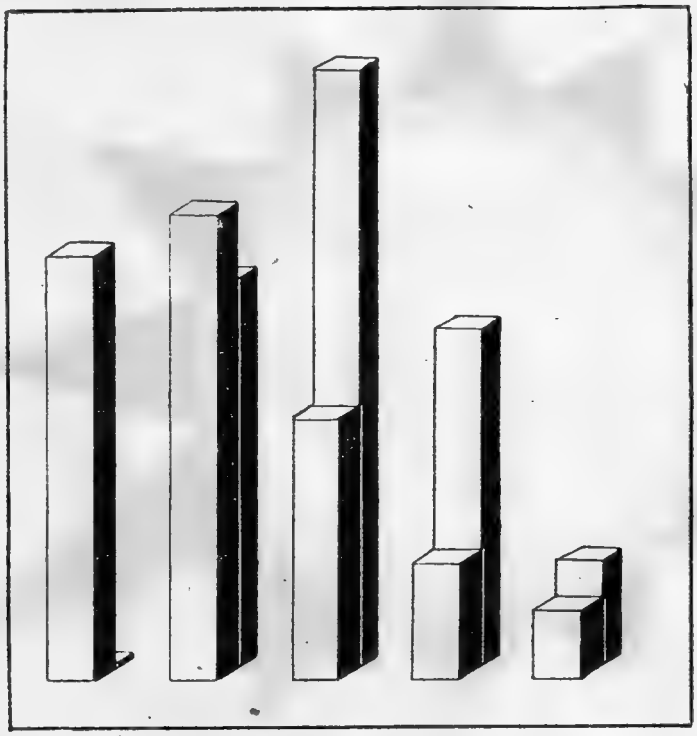


21. Возрастный и половой состав населения г. Москвы в 1897 г.
(в тысячах).



22. Приходится десятин земли на 1 хозяйство на Украине у незаможных селян (призмы) и у крестьян вообще за 1923 г.

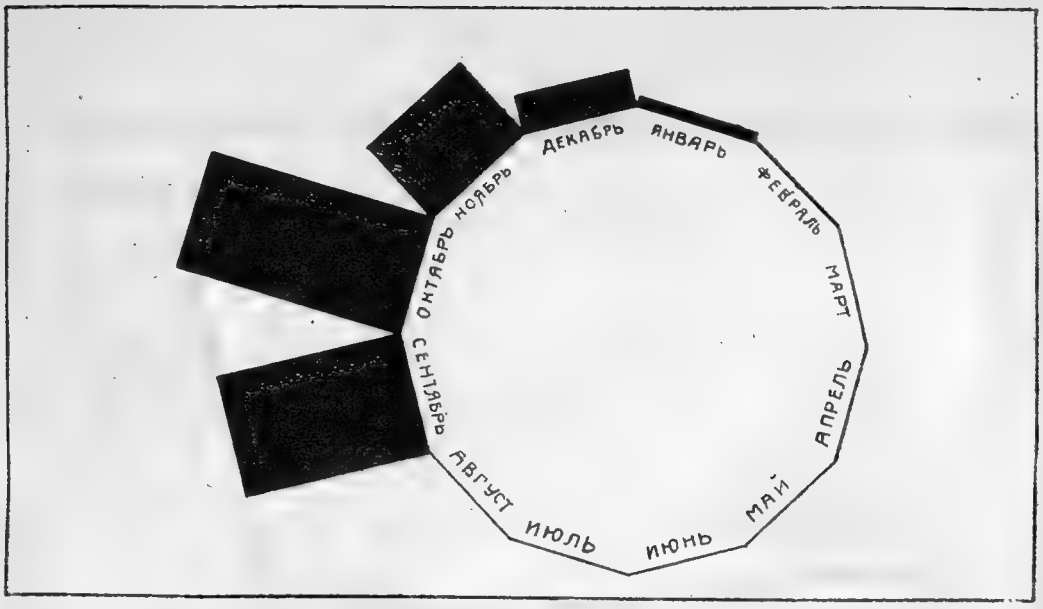
Слева направо даны губернии Украины: Донецкая, Екатериносл., Одесская, Полтавская, Харьковская, Черниговская, Волынская, Киевская и Подольская; крайняя направо — Украина.



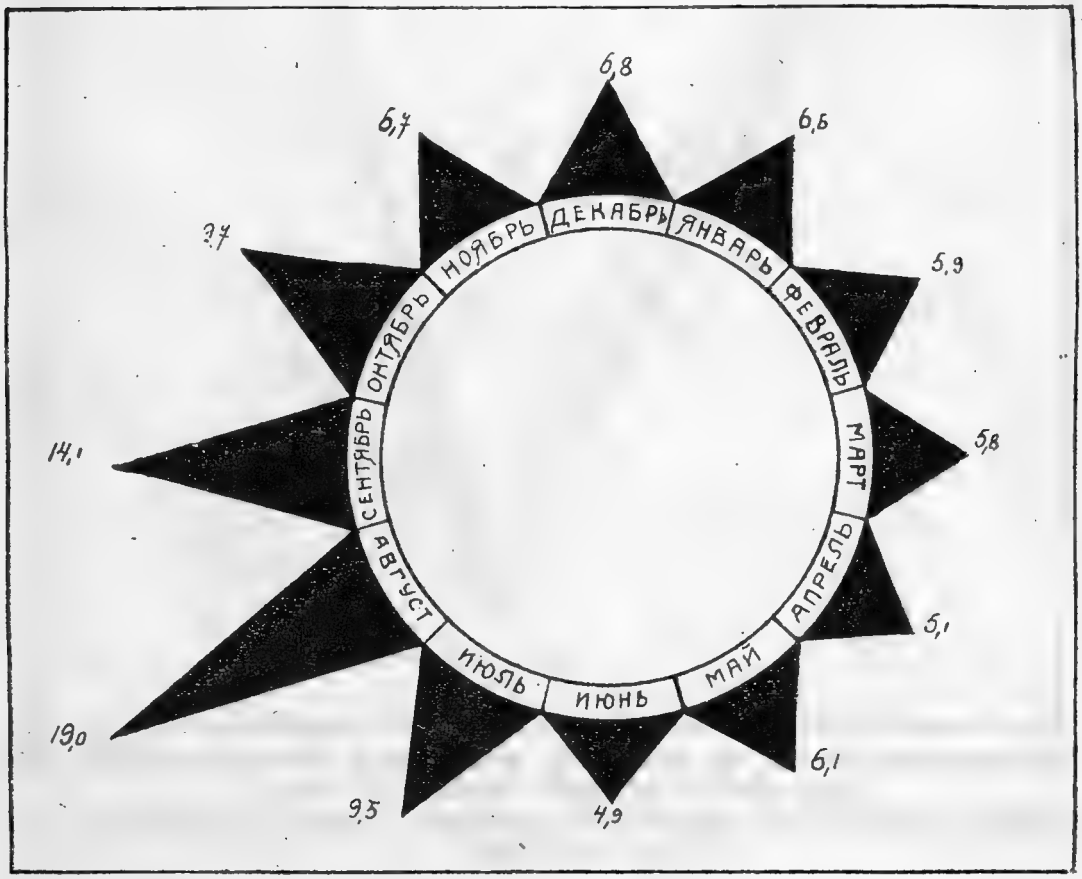
23. Процентное распределение лиц, вступающих в браки, по возрастным группам.

Сопоставление возраста лиц, вступающих в брак в России (передние столбики) и в Швеции (задние столбики).

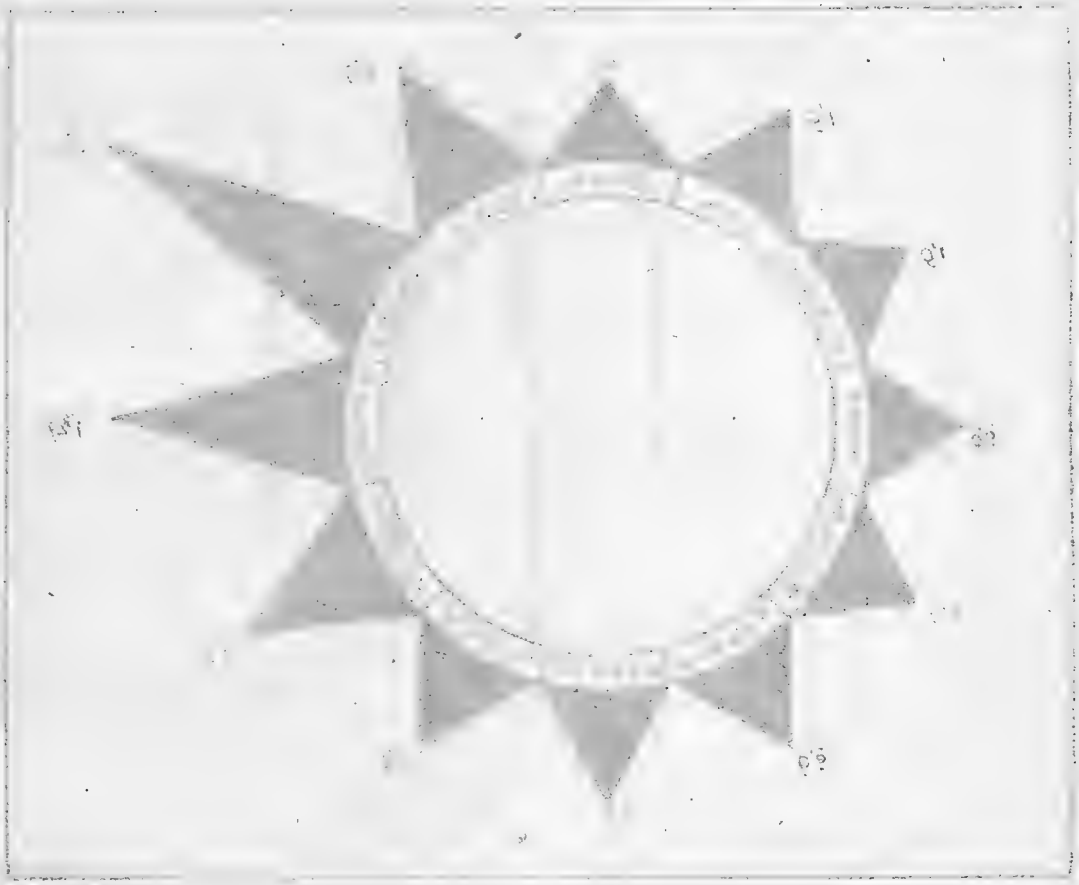
Слева направо даны возрастные группы: до 20 лет, 20—25, 25—30, 30—40 и свыше 40 л. (крайняя направо).

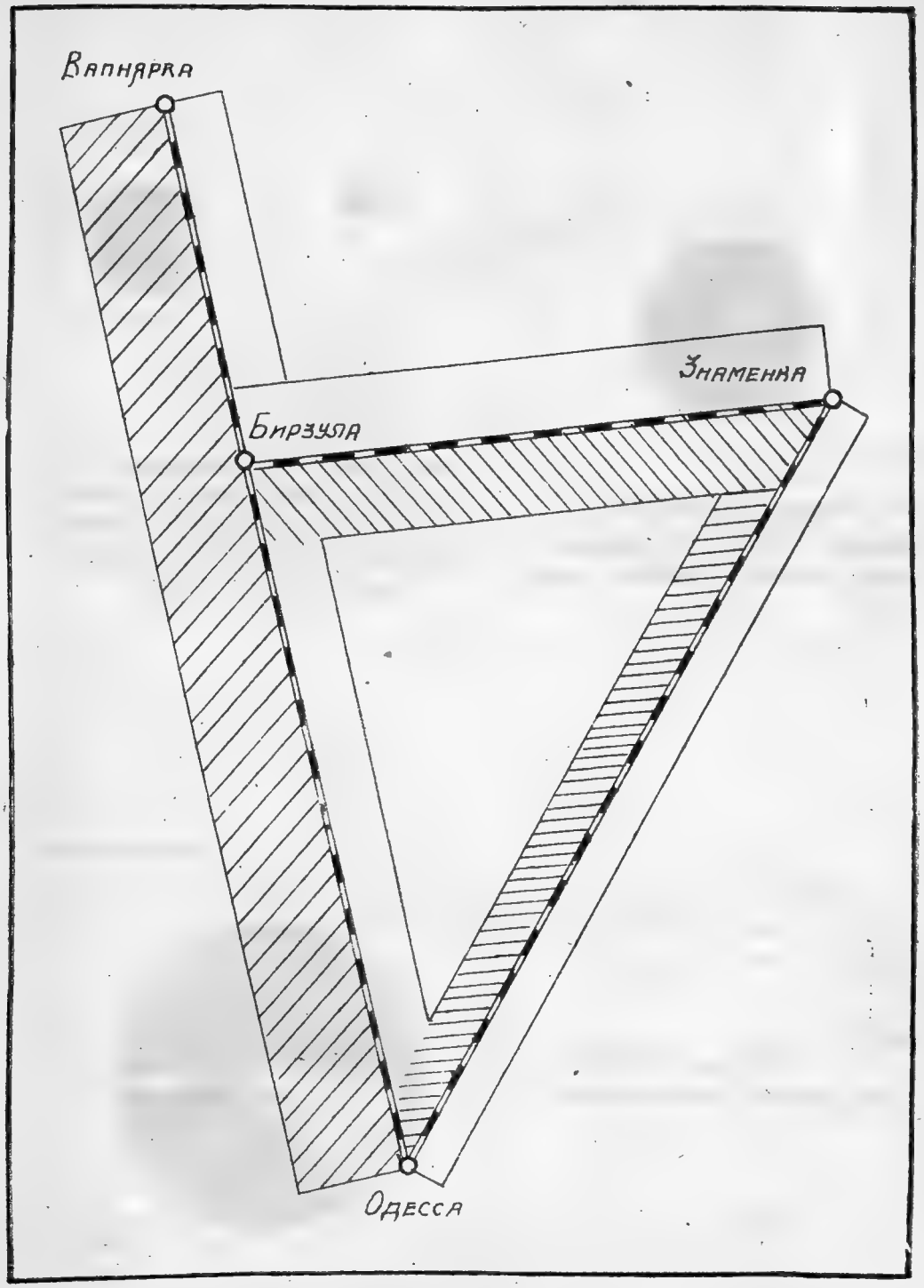


24. Процентное отношение месячной нагрузки к годовой на участках Юго-Западных железных дорог Подолии.
Средняя за 1902 — 1911 г.г.



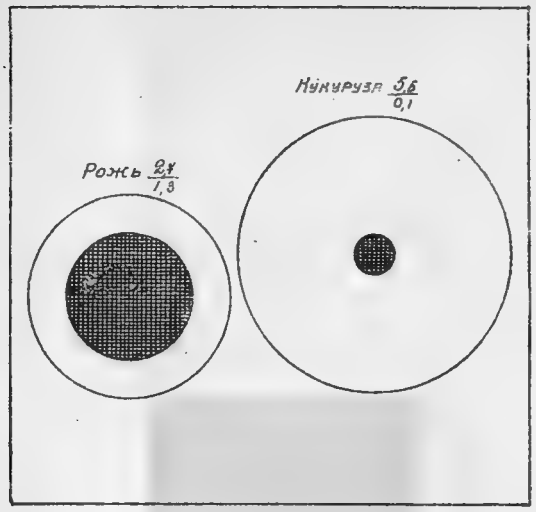
25. Процентное отношение месячной нагрузки хлебных грузов к годовой на участках Южных железных дорог.
Средняя за 1902 — 1911 г.г.



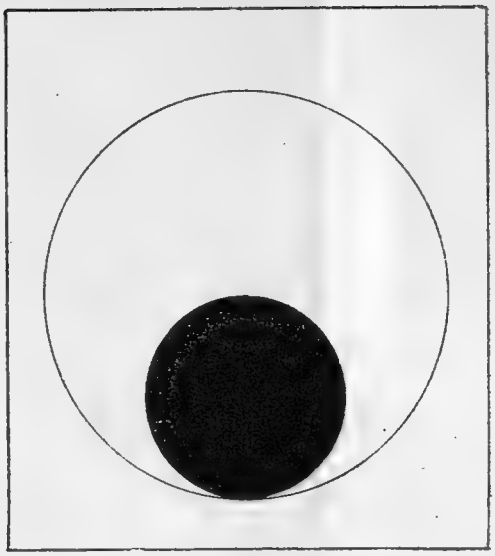


26. Интенсивность товарного движения на участках железных дорог Одесской губернии в 1922 году.

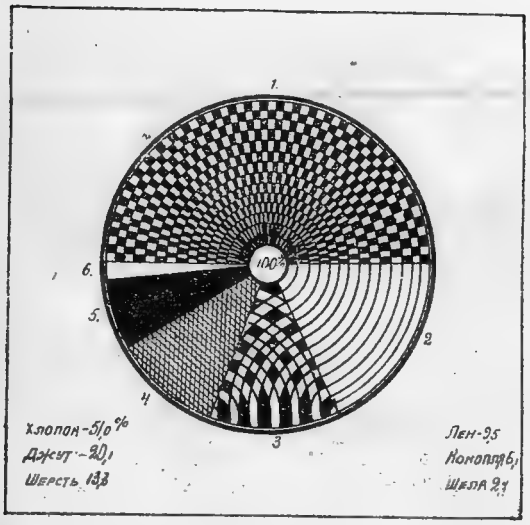
Приходится на 1 версту участка—отправленного груза (заштрихованное) и прибывшего груза.



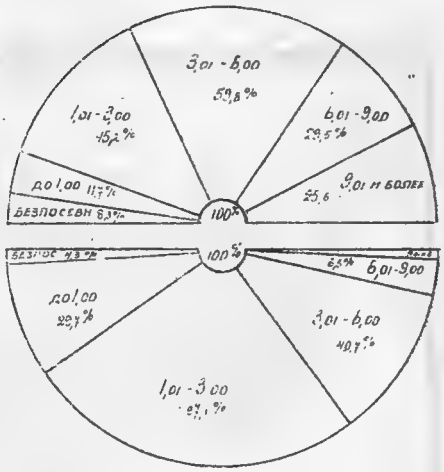
27. Соотношение русского (площадь заштрихована) и мирового производства ржи и кукурузы в миллиардах пуд.
Среднее за шестилетие 1907 — 1912 г.г.



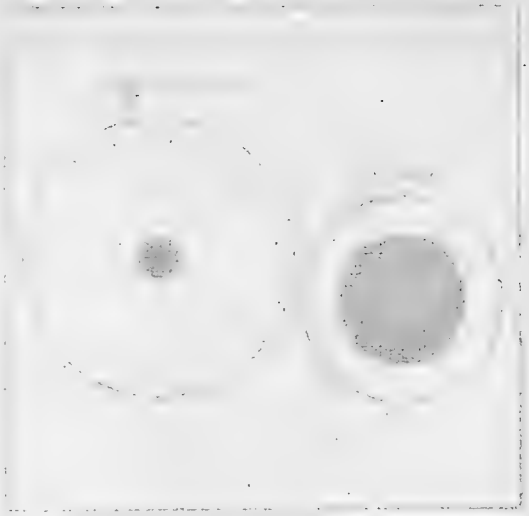
28. Добыча каменного угля в Донбассе в 1913 г. (белый круг) и 1922 г. (черн. круг).

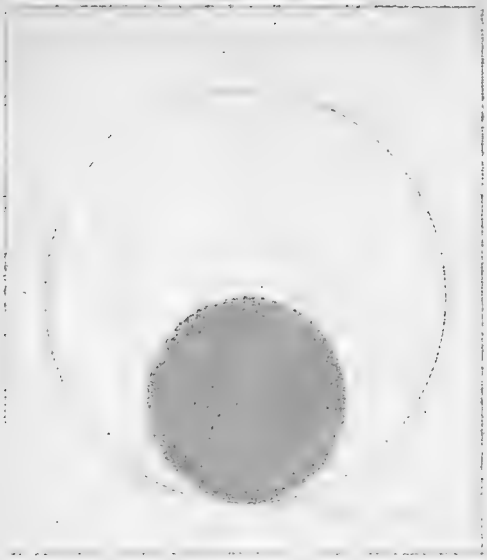


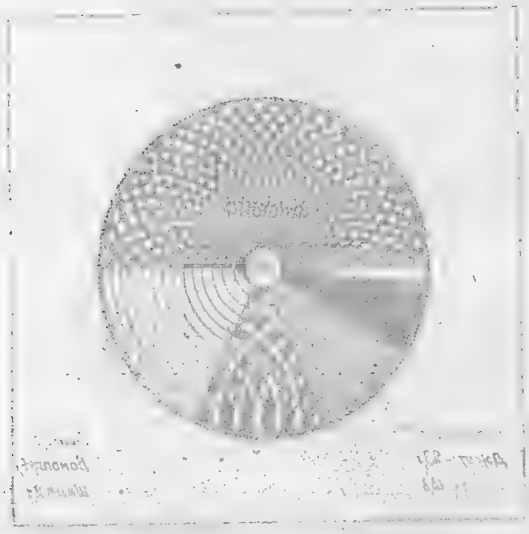
29. Производство текстильного сырья во всем мире в миллионах килогр. за год.
Среднее за 1907 — 1909 г.г.

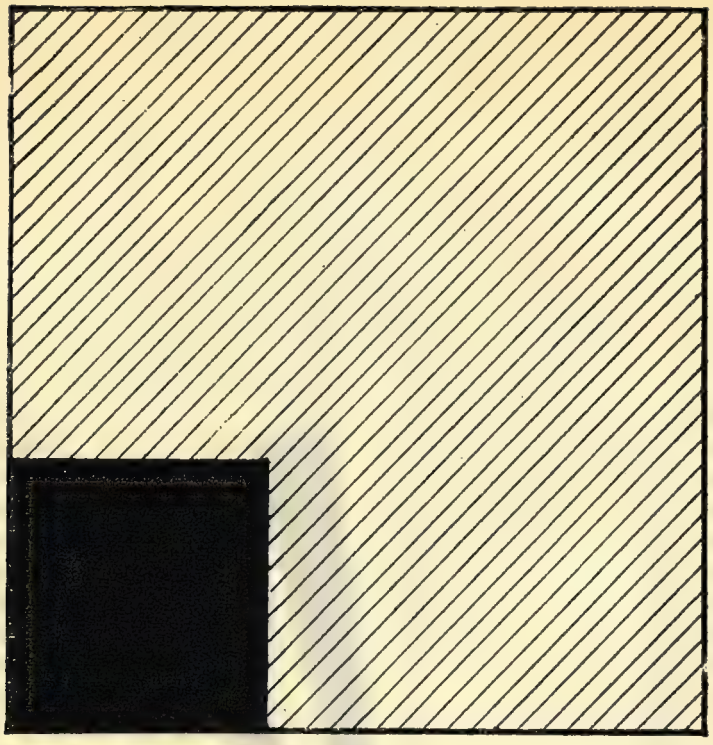


30. Распределение крестьянских хозяйств по обеспеченности полевым посевом.
В Степи — верхний полукруг.
В Лесостепи — нижн. полукруг.

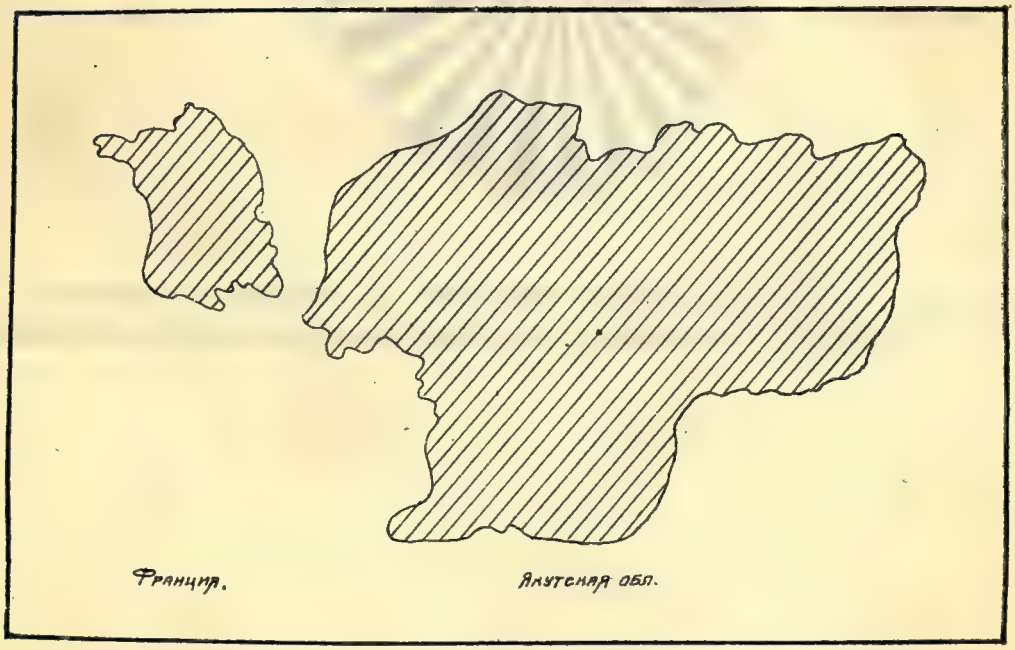




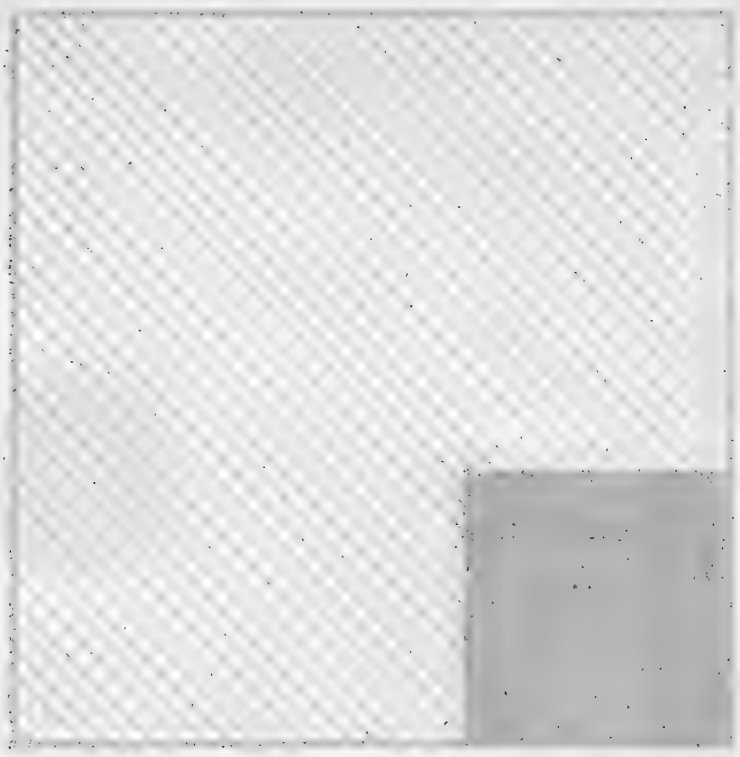


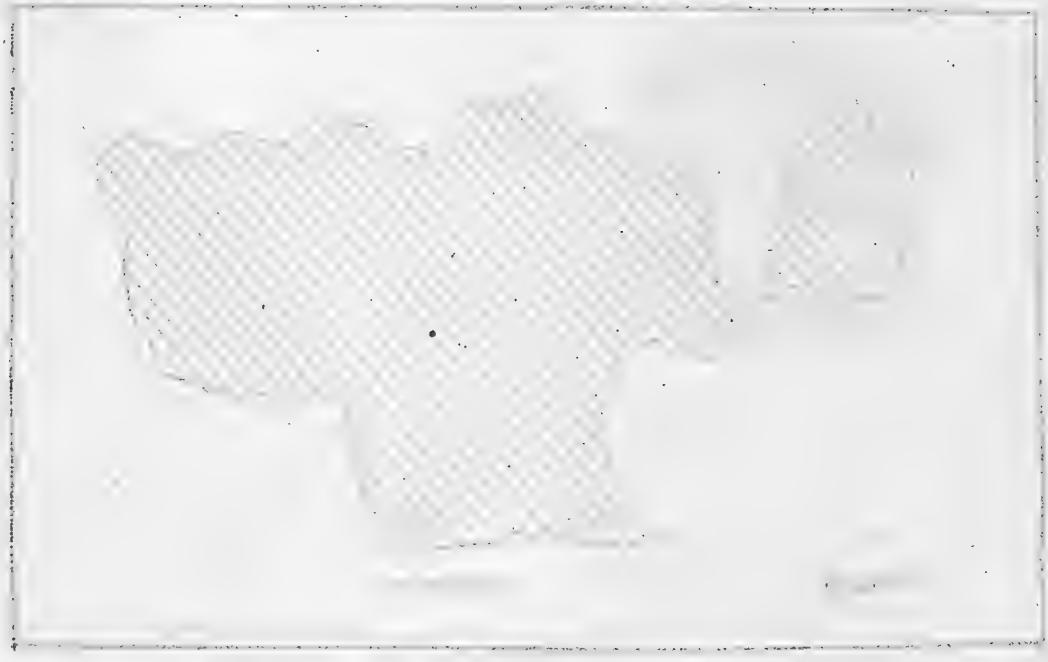


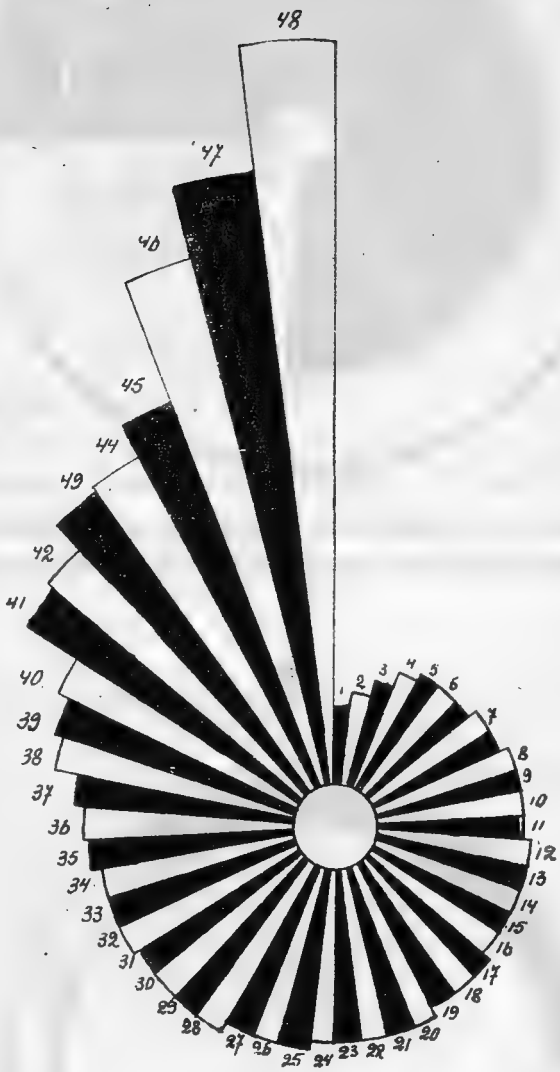
31-а. Площадь Якутской области и Франции без колоний (черный квадрат).



31-б. Сравнение площадей Якутской области и Франции.

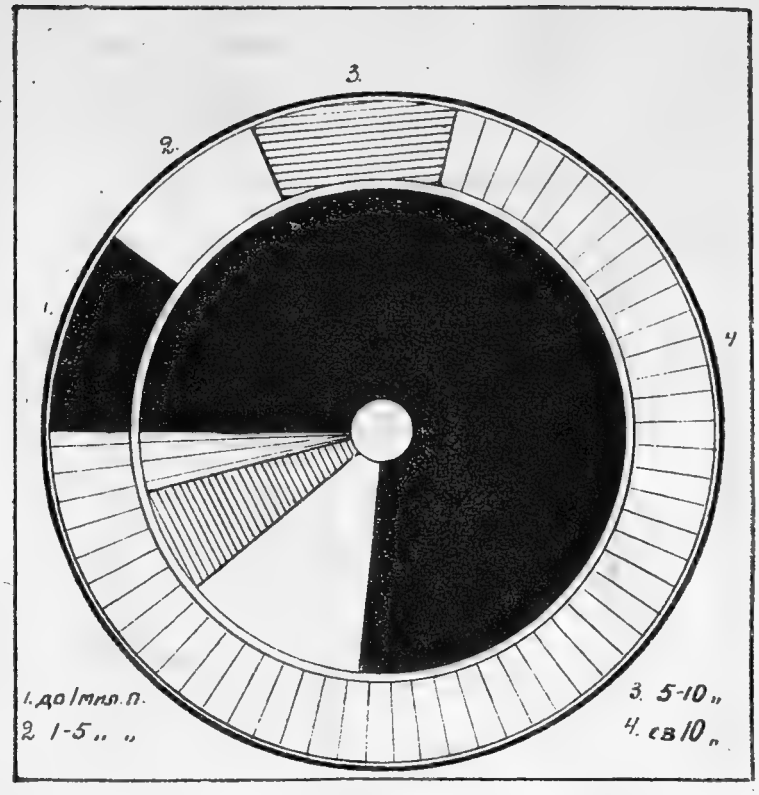




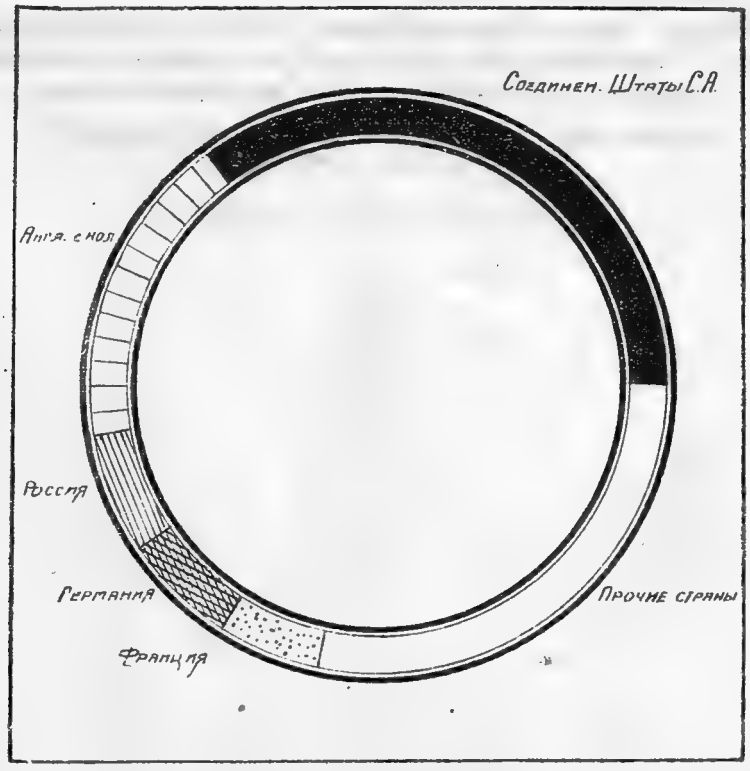


1. Московская
2. Петербургск.
3. Киевская
4. Подольская
5. Екатериносл.
6. Калужская
7. Харьковская
8. Ковенская
9. Виленская
10. Херсонская
11. Гродненск.
12. Лифляндская
13. Тульская
14. Курская
15. Курляндская
16. Витебская
17. Ярославская
18 Черниговск.
19. Рязанская
20. Полтавская
21. Таврическая
22. Могилевская
23. Воронежская
24. Саратовская
25. Нижегородск.
26. Тверская
27. Владимирск.
28. Симбирская
29. Орловская
30. Минская
31. Эстляндская
32. Волынская
33. Смоленская
34. Пензенская
35. Тамбовская
36. Псковская
37. Обл. В.-Донск.
38 Казанская
39. Костромская
40. Новгородск.
41. Самарская
42. Уфимская
43. Вятская
44. Оренбургск.
45. Олонецкая
46. Астраханск.
47. Вологодская
48. Архангельск.

32. Радиусы площадей, на которые приходится одна государственная сберегательная касса по губерниям России на 1911 г.

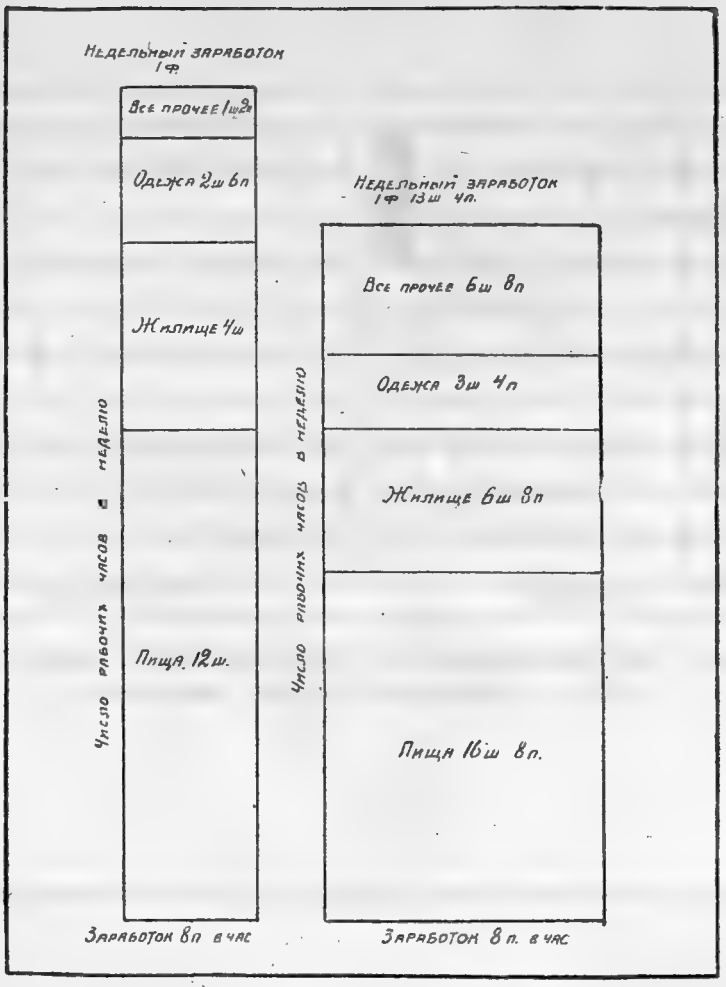


33. Распределение предприятий Донбасса по группам (внутренний круг) и доля каждой группы в валовой добыче Басс. за 1916 г.



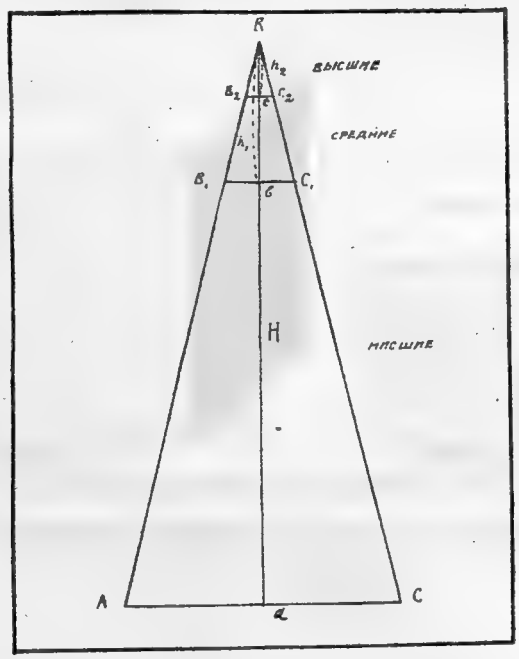
34. Распределение мировой жел.-дор. линии по отдельным государствам

Распределение мировой жел.-дор. линии по отдельным государствам

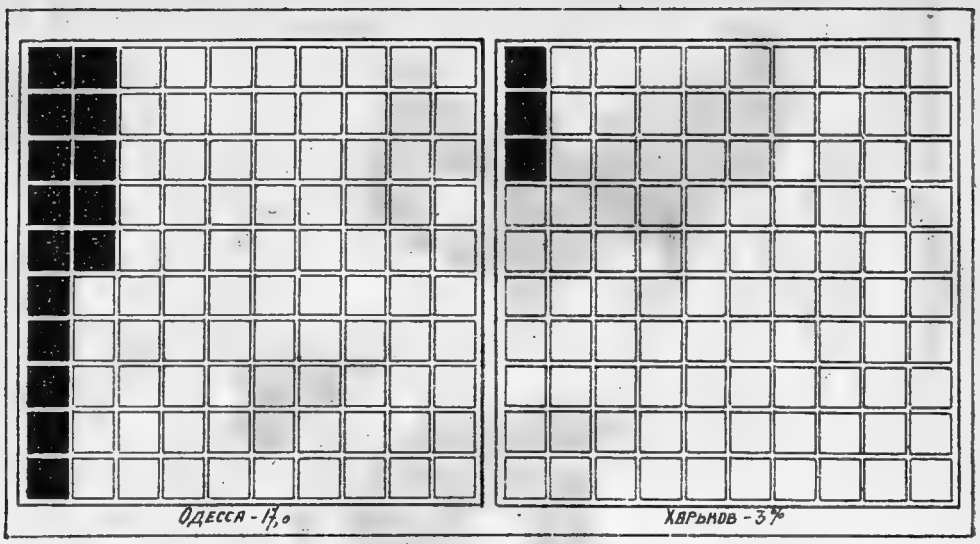


35. Сравнительная высота заработной платы, продолжительность рабочего времени и характер потребления у английских земледельческих и промышленных рабочих.

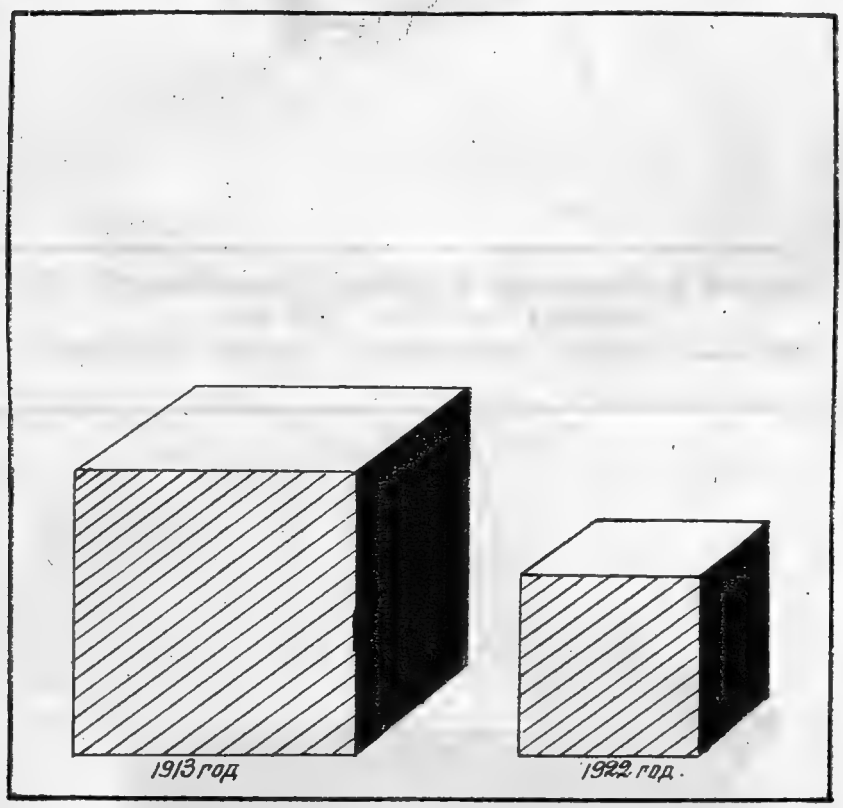
Прямоугольник слева — земледельческие рабочие.
» справа — промышленные »



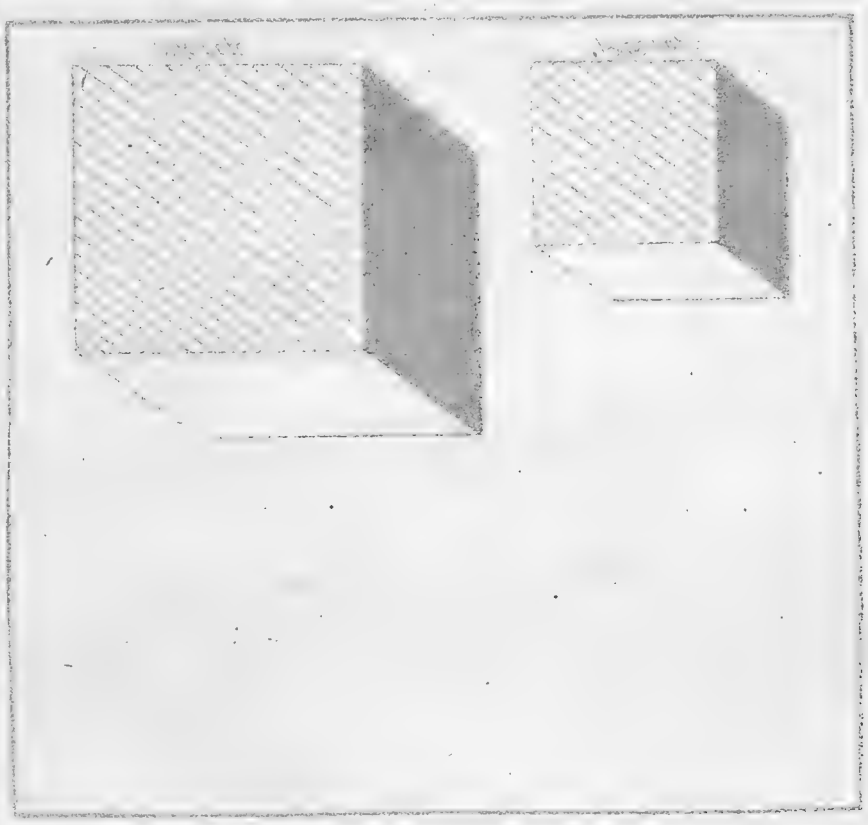
36. Распределение учащихся по категориям учебных заведений в России.

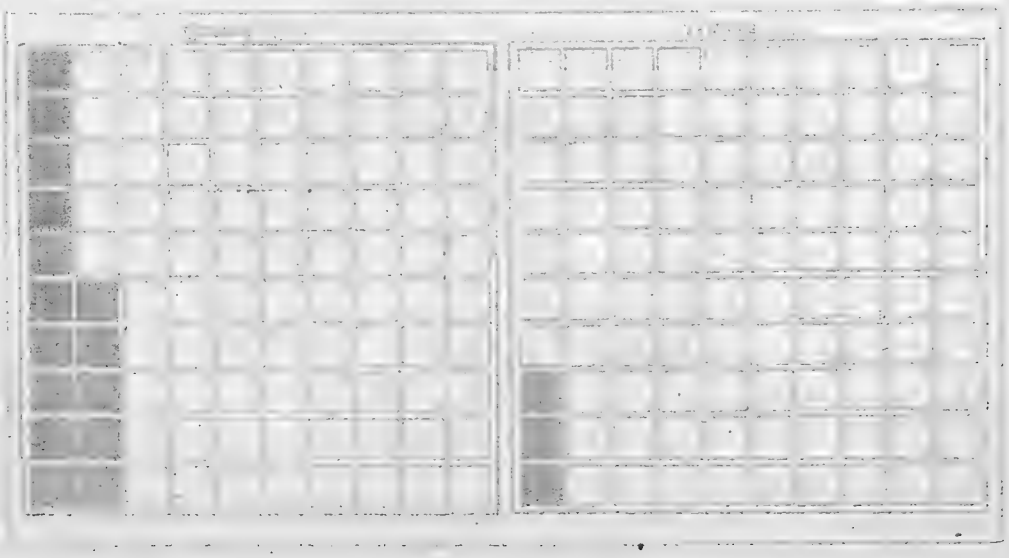


37. Процент разрушенных и недостроенных построек к общему числу построек в 1923 г.

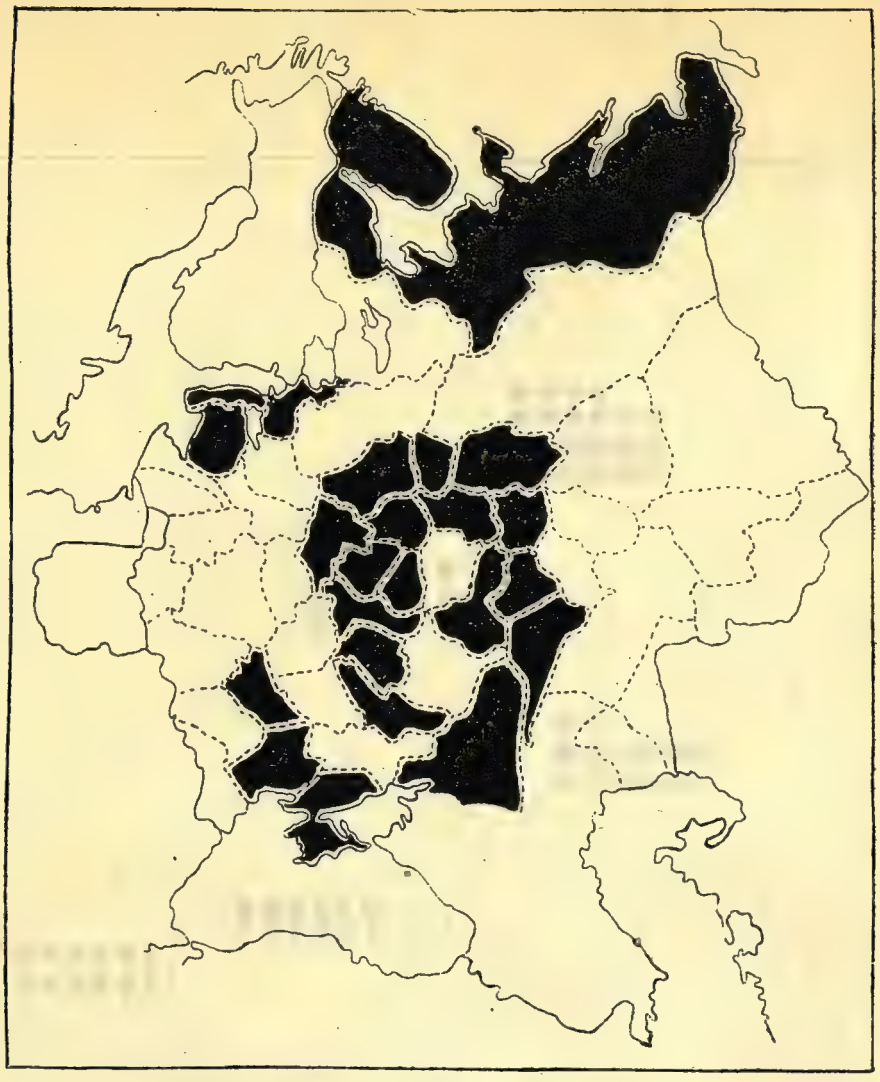


38. Добыча каменного угля в Донбассе в 1913 г. и 1922 г.

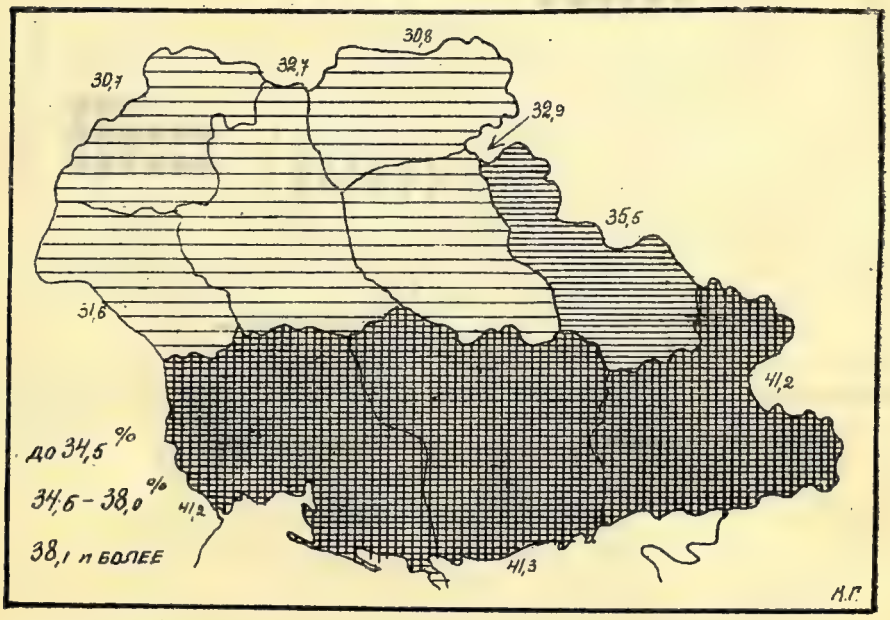




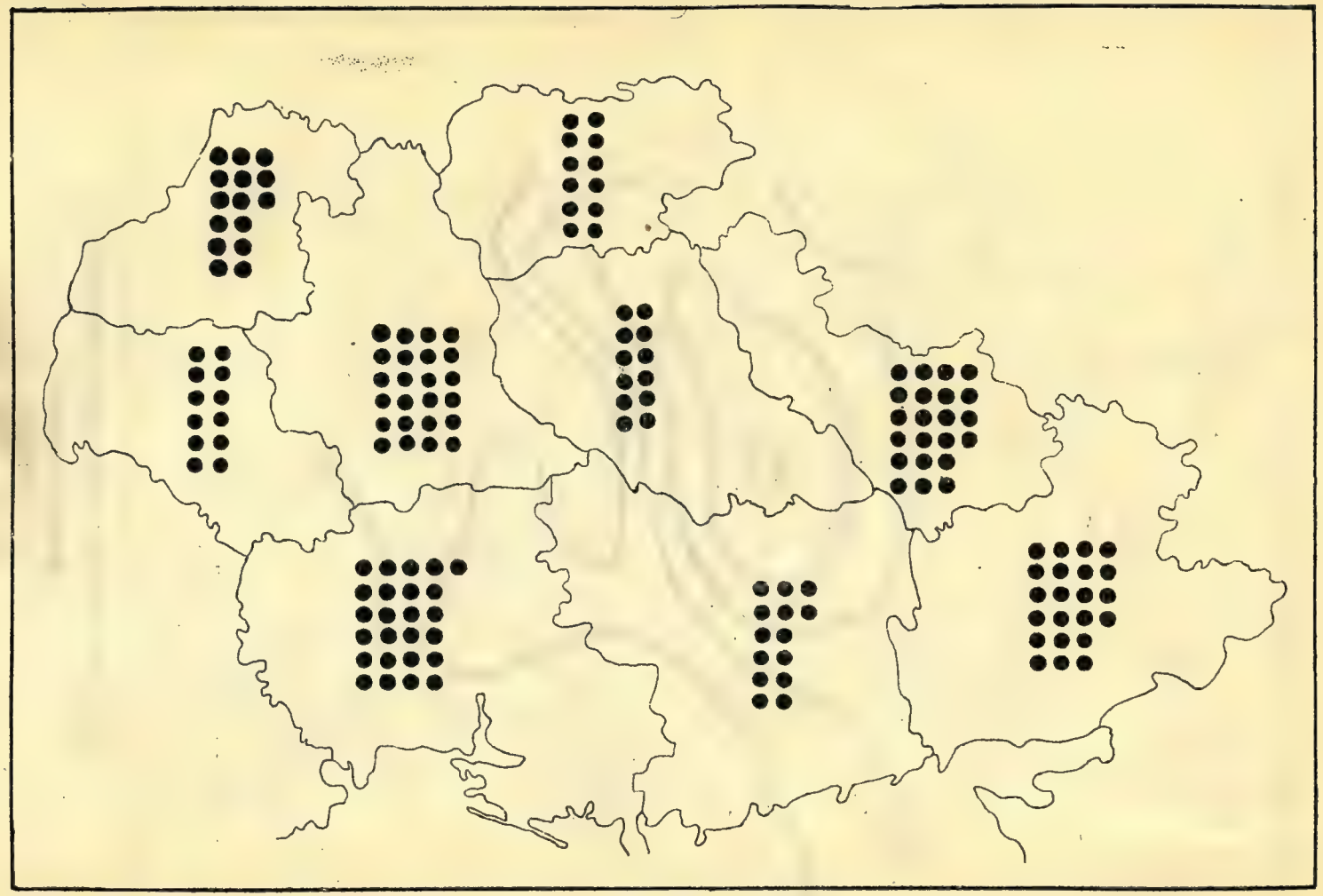
II. КАРТОГРАММЫ.



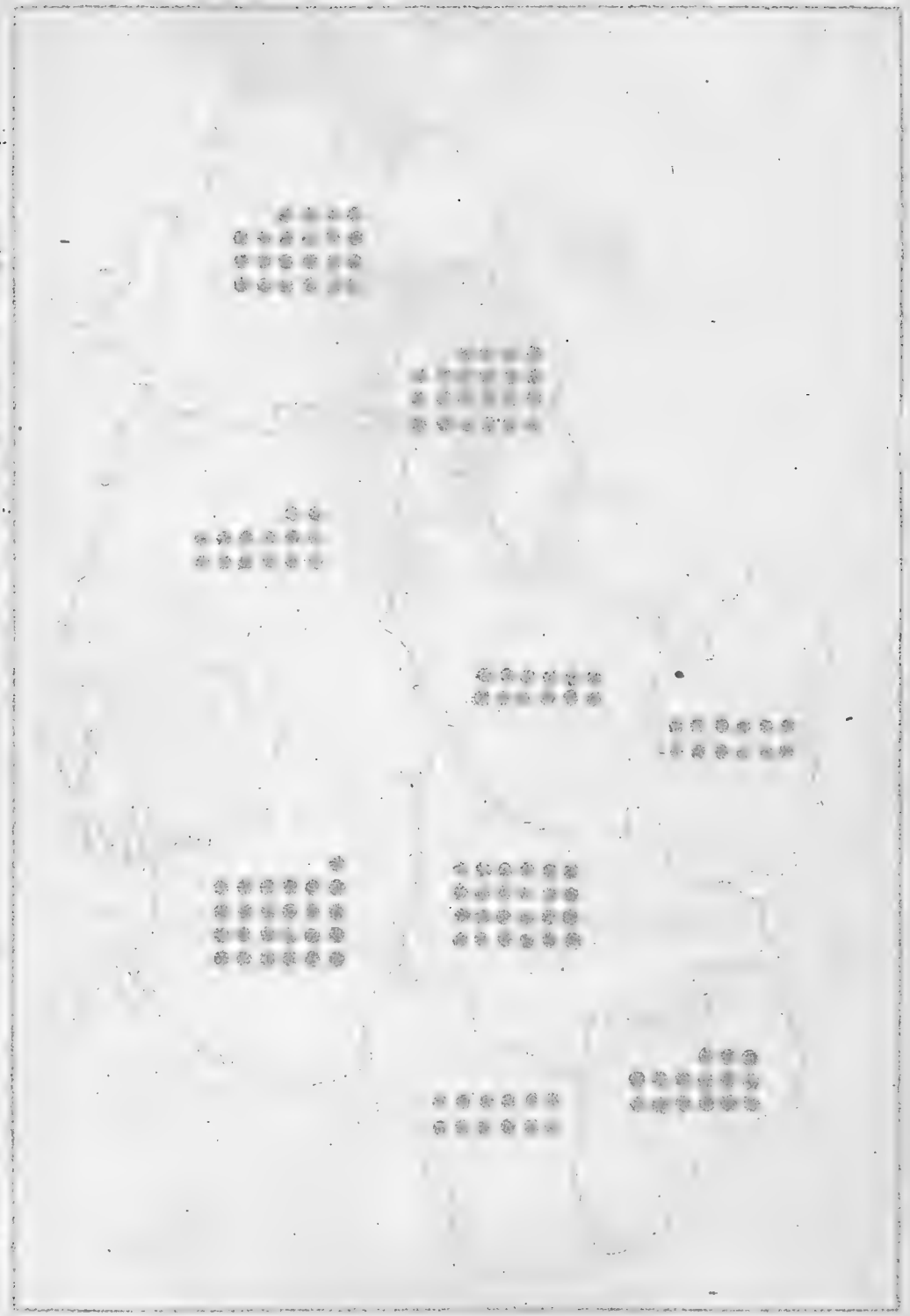
39. Потребление спирта в Европейской России за 1912 — 13 г. г. (=0,67).
Закрашены губернии с потреблением спирта более 0,676.

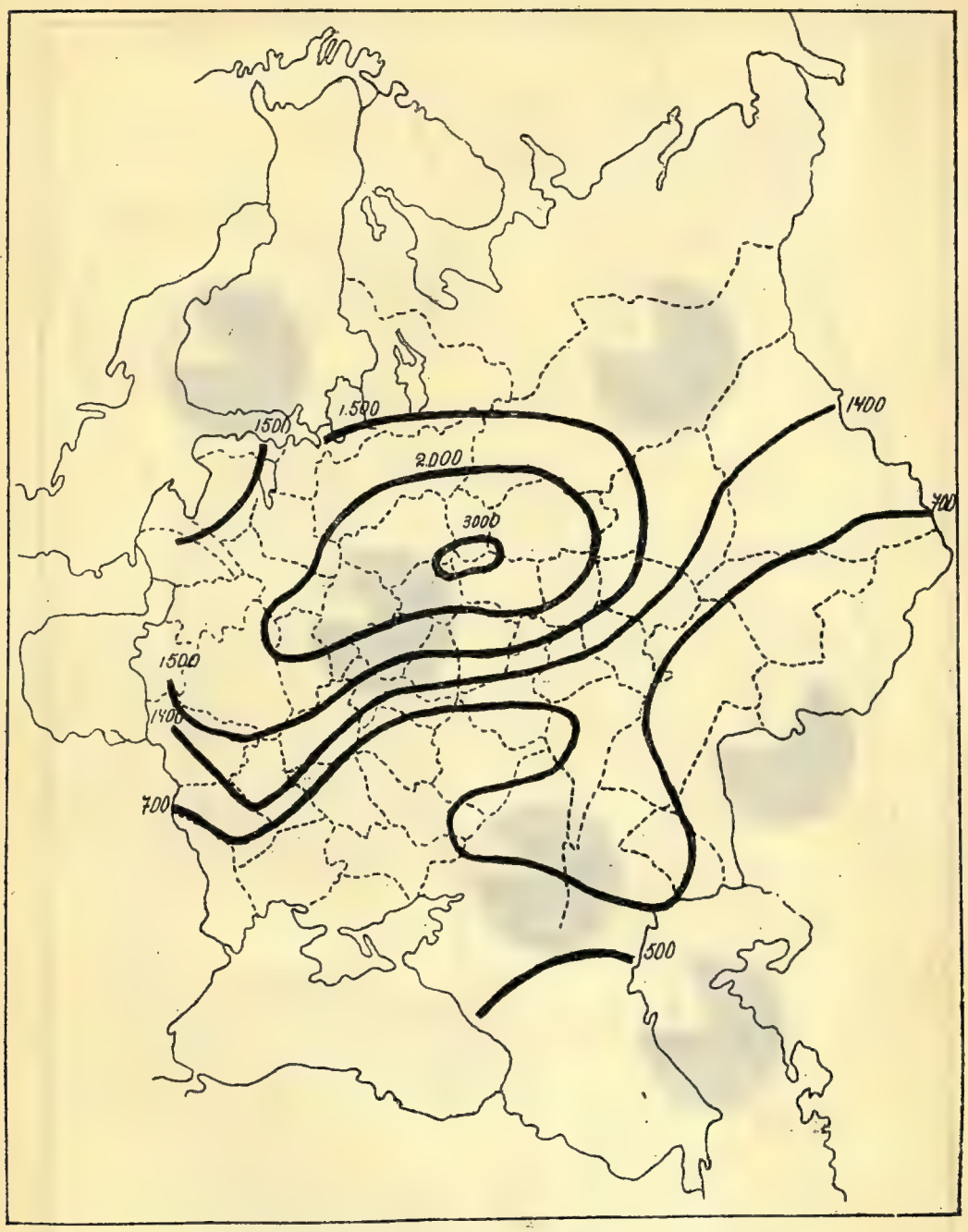


40. Процент девочек среди учащихся обоего пола на Украине в 1922 г.



41. Число городских жителей на 100 душ населения по губерниям Украинской Социалистической Советской Республики.
(Исчисленное на 1923 год).





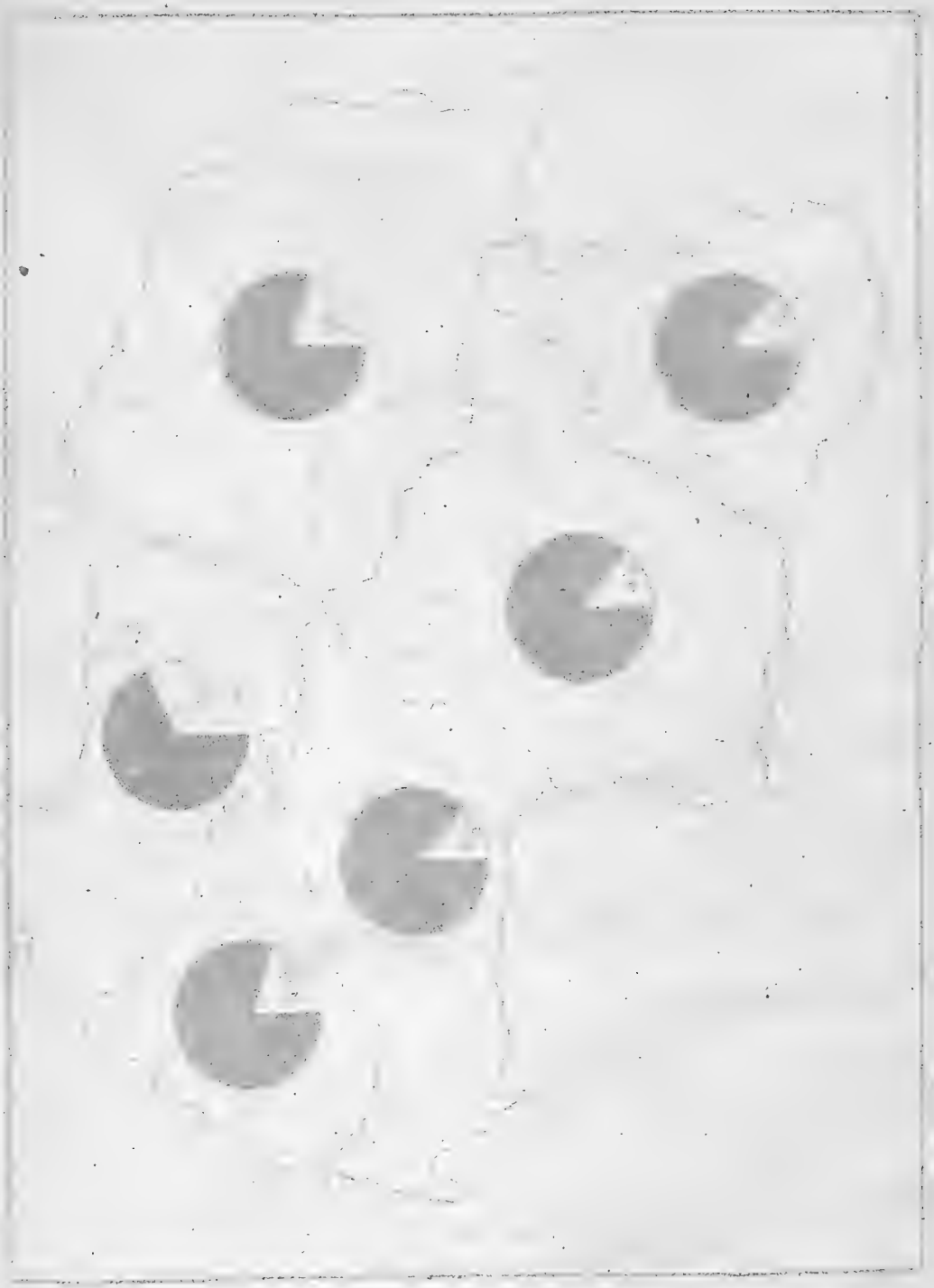
42. Изоцены пуда ржи осенью 1917 года.

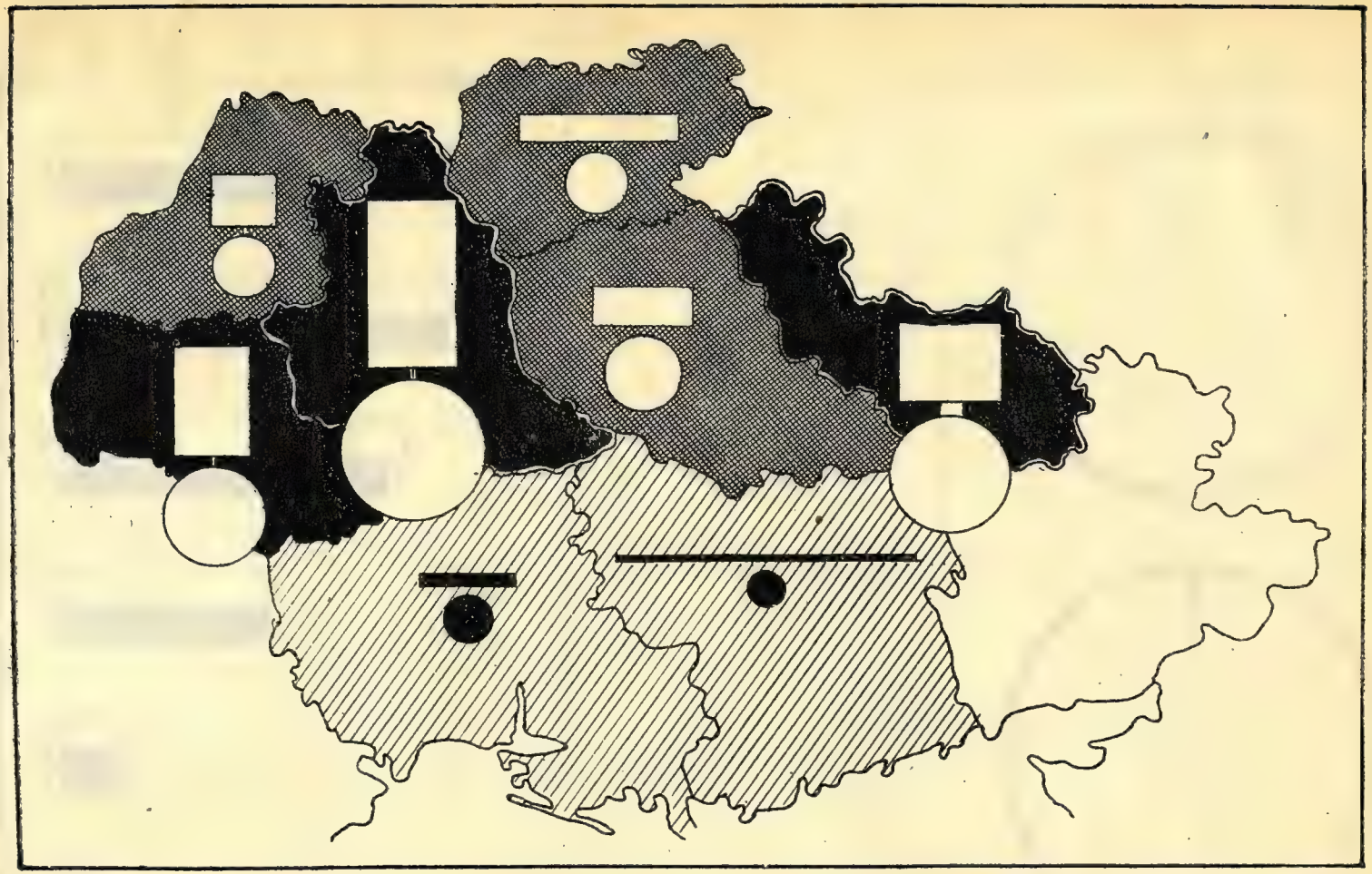
Из работ Чаянова.

12. Изолинии угла ρ/a осенью 1917 года.

III. КАРТОДИАГРАММЫ.

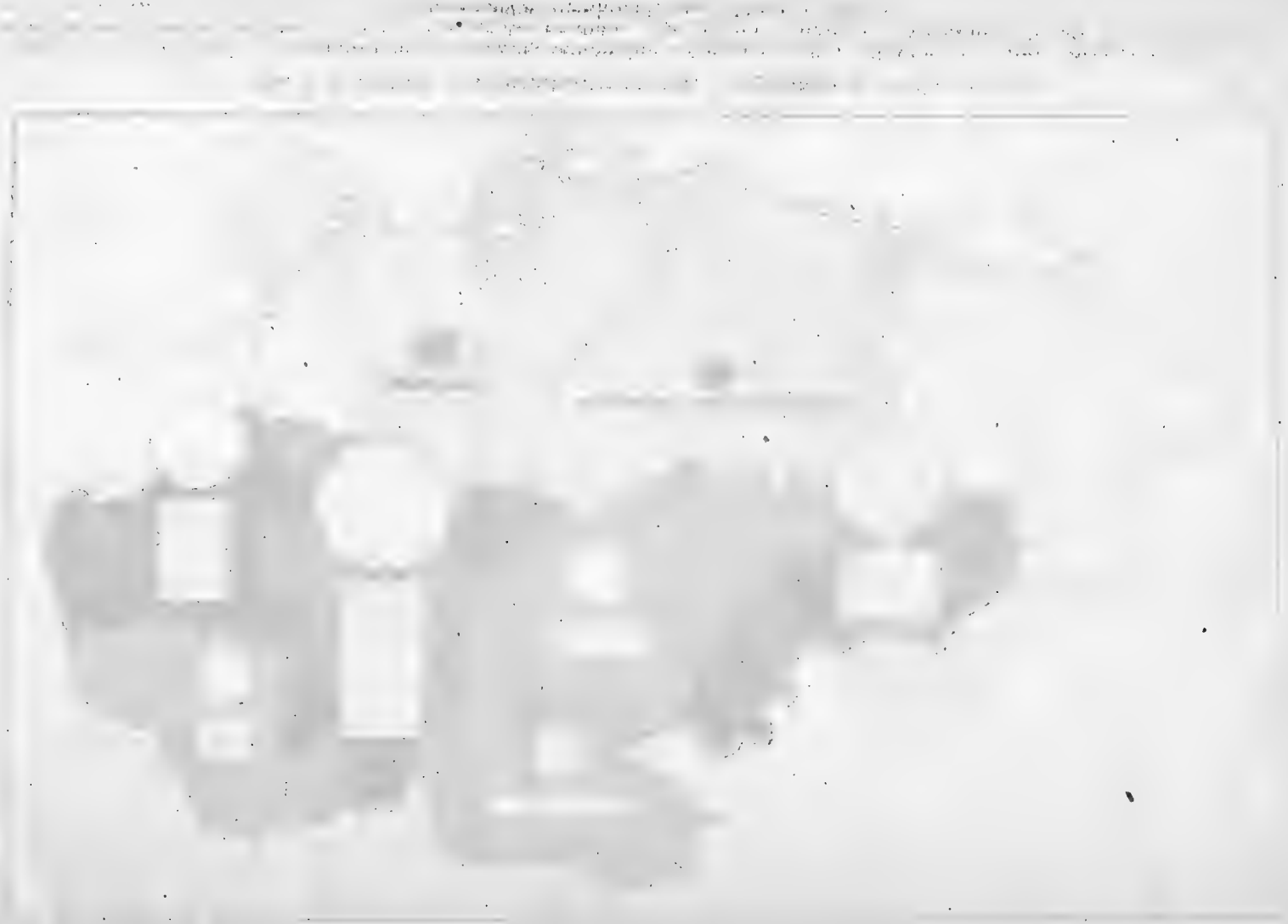
43. Процент грамотного сельского населения б. Херсонской губ. по переписи 1897 г.

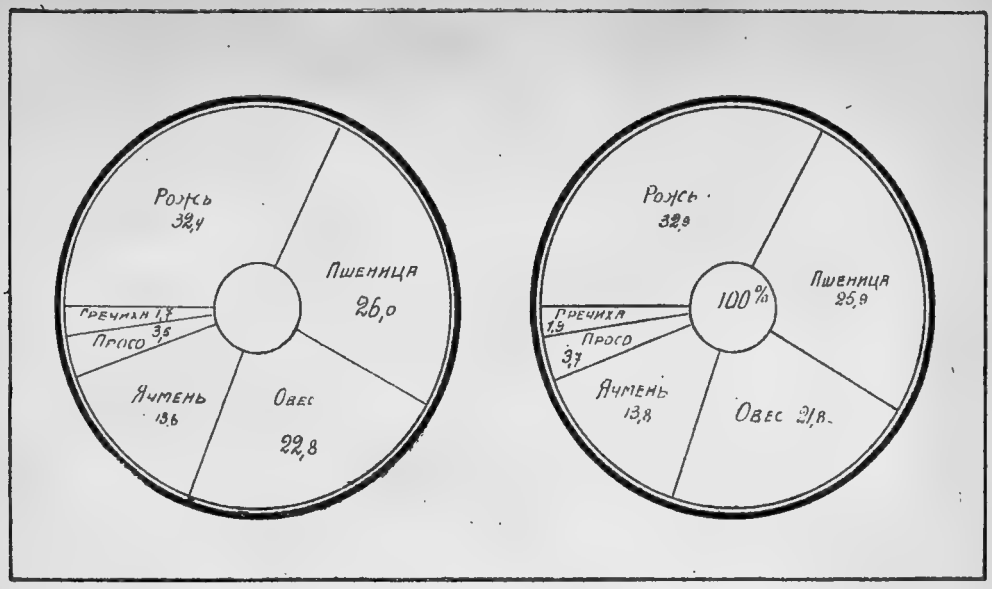




44. Сахарная промышленность Украины в 1922—23 г.г.

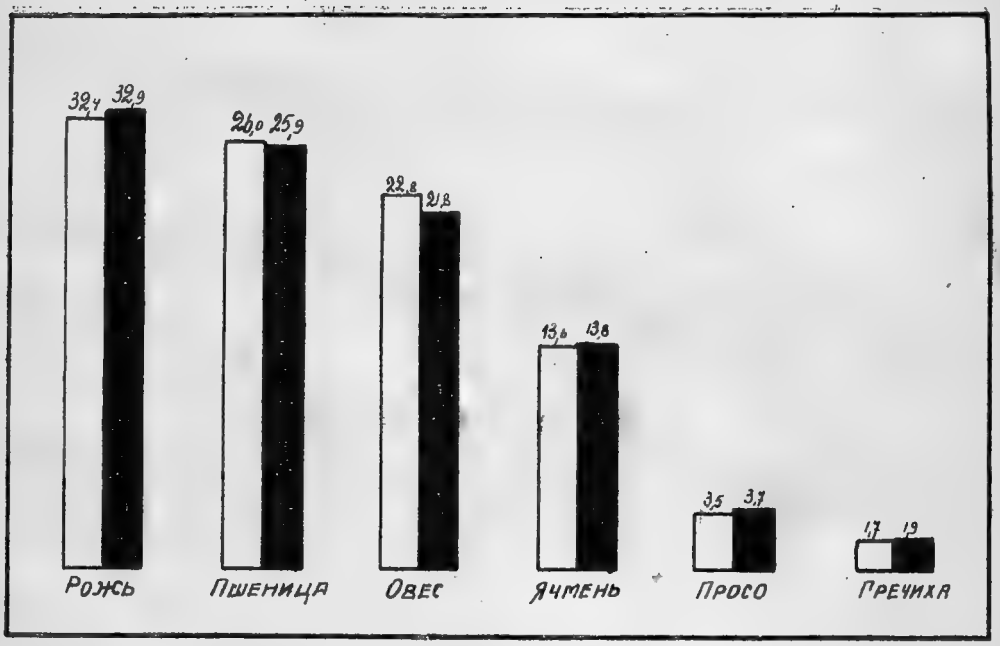
Прямоугольник: высота—число заводов, основание—среднее число рабочих на один завод, площадь—абсолютное число рабочих; круг: площадь—валовая продукция заводов губернии в пудах; интенсивность штриховки—ценность продукции в рублях.



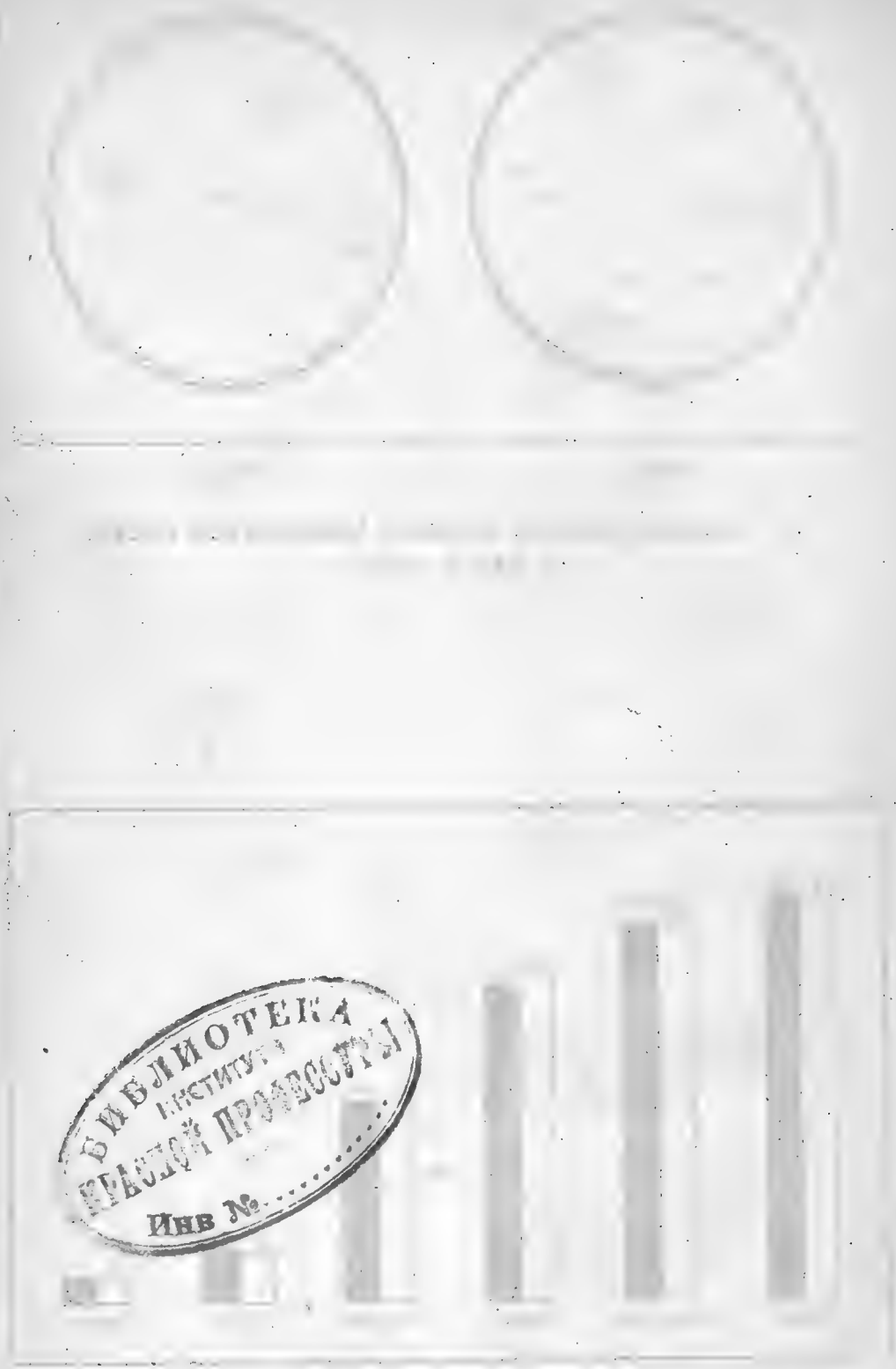


1909 г. 1910 г.

45. Состав посевной площади Европейской России в 1909 и 1910 г. г.



46. Состав посевной площади Европейской России в 1909 и 1910 г. г.



БИБЛИОТЕКА
ИНСТИТУТА
КРАСНОЙ ПРОФЕССУРЫ
Инв №